

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХИМИЯ ФАКУЛЬТЕТІ

Д.К.Меңдалиева

**АНАЛИТИКАЛЫҚ ХИМИЯДАН ЕСЕПТЕР
МЕН ЖАТТЫҒУЛАР ЖИНАҒЫ**

Алматы 2003

Мендалиева Д.К.
М 45 Аналитикалық химиядан есептер мен жаттығулар
жинағы . – Алматы, 2003. – 219 бет
ISBN 9965 – 13 – 997 – 0

Есеп жинағы жоғары оқу орындарында аналитикалық химияны оқитын студенттерге арналған. Ол екі негігі тараулардан тұрады: жалпы аналитикалық химияның теориялық есептеулері мен жаттығулары. Оқу құралы түрлі олимпиадаларға дайындалатын мектеп оқушыларына да пайдалы болады.

ББК 24,4 л 73

М $\frac{1707000000}{00(05) - 03}$

ISBN 9965 – 13 – 997 – 0

© Мендалиева Д.К. 2003

АЛҒЫ СӨЗ

Аналитикалық химияда теориялық және практикалық тарауларды оқып меңгеру үшін студенттер өз бетімен әр тақырыпқа сәйкес есептер мен жаттығуларды шығарулары қажет. Бұл оларға аналитикалық химияның теориялық негіздерін тереңірек түсініп, алынған мәліметтерді дұрыс есептеуге мүмкіндік береді.

Есептер аналитикалық химия пәнінің оқыту бағдарламасы бойынша құрастырылып, топтастырылған. Есептер «жайдан-күрделіге» деген педагогикалық қағидаға негізделіп жинақталған.

Есептер жинағының әр тарауына қысқаша нұсқаулар беріліп, есептер түрлерінің шығару әдістемелері мен жауаптары келтірілген. Бұл студенттерге өздік жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Қосымша кестелерінде есептеулерді орындауда қажет болатын кейбір константалар (қышқылдар мен негіздердің диссоциациялану константалары, комплексті қосылыстардың тұрақтылық константалары, ерігіштік константалары, тотығу-тотықсыздану потенциалдары т.б.) келтірілген. Олар қосымшада Ю.Ю.Лурье Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1967, Д.Скуг, Д.Уэст Основы аналитической химии М.: Мир, 1979 басылымдарынан алынып, кейбір мәндері басқа басылымдардағы мәндермен салыстырылып келтірілген.

Есептер жинағында физика-химиялық анализ әдістеріне есептер берілмеген, олар басқа басылымда өз орнын табады деп есептеймін.

Ұсынылып отырған есептер жинағы аналитикалық химия пәнін оқитын студенттер мен осы пәнді оқытатын оқытушыларға пайдалы болады деп сенемін.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ҚЫСҚАРТУЛАРДЫҢ МӘНІ

- J - ерітіндінің иондық күші;
 C_M - мольдік концентрация, моль/л;
 C_n - нормальды концентрация, моль/л;
 Z - ионның заряды;
 a - активті концентрация, моль/л;
 f - активтік коэффициент;
 K - тепе-теңдік константасы;
 K^T - термодинамикалық константа;
 K^C - концентрациялық константа;
 α - иондану дәрежесі;
 \bar{i} - гидролиздену дәрежесі;
 $[A]$ - тепе-теңдік концентрация, моль/л;
 K_a - қышқылдық константа;
 K_b - негіздік константа,
 $K_{T,3}$ - тұрақсыздық константа;
 β - тұрақтылық константа немесе түзілу константа;
 F - комплекстену функциясы;
 E° - стандартты потенциал, В;
 E - реалдық потенциал, В;
 R - газ тұрақтысы, 8,314 Дж/град моль;
 $T = (273 + t)K$;
 n - тотығу-тотықсыздану реакциясына қатысатын электрон саны;
 E_{Ox}° - тотықтырғыштың стандартты потенциалы, В;
 E_{Red}° - тотықсыздандырғыштың стандартты потенциалы, В;
 K'_S, EK^C - концентрациялық ерігіштік константасы, әдебиетте бірдей қолданылады;
- $a(Ox)$ - ионның тотыққан түрінің активті концентрациясы, моль/л;
 $a(Red)$ - ионның тотықсызданған түрінің активті концентрациясы, моль/л;
 E^{01} - реалдық стандартты потенциал, В;
 K_S^0, EK^0 - стандартты жағдайдағы термодинамикалық ерігіштік константасы не ерігіштік көбейтіндісі, әдебиетте бірдей қолданылады;
 S, E - ерігіштік, моль/л, г/л;
 D - абсолюттік қате, г, мг, мл, %;
 $D\%$ - салыстырмалы қате, %;
 μ - алынған нәтиженің шын мәні;
 x_i - алынған нәтиженің мәні;
 \bar{d} - орта шаманың ауытқуы;
 \bar{x} - орта шама;
 v - дисперсия;
 $\Delta\%$ - титрлеу қателігі;
 $Na_2\text{ЭДТА}$ - натрийдің этилендиаминтетраацетаты;
 $m. \gamma.$ - массалық үлес (%);
 m - масса, г, кг;
 w - массалық үлес (%);
 M - мольдік масса, г/моль, кг/моль;
 M_r - молекулалық масса;
 n - эквивалент саны;
 v - моль саны;
 V - көлем, мл, см³, дм³, л;
 ρ - тығыздық, г/см³;
 $f_{экв}$ - эквиваленттік фактор;
 V_k - өлшеуіш колба көлемі, мл, л;
 V_A - аликвот көлемі, мл.

ГОМОГЕНДІ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ ЕСЕПТЕУЛЕР

1.1. Ерітіндінің иондық күшін, иондардың активтік коэффициенттері мен активті және жалпы концентрацияларын есептеу

Иондардың жалпы (аналитикалық) концентрациясы (С) ерітіндідегі электролиттің мольдік концентрациясымен анықталады (моль/л, М).

Ерітіндіде әр ион өзіне қарама-қарсы иондарды тартып, шоғырланып иондық атмосфера түзеді. Жалпы анықталатын концентрация шарты концентрацияға тең болмайды. Иондардың шартты концентрациясын - активті концентрация не активтік (а) деп атайды. Активті концентрация ерітіндінің қасиетін (рН, тотығу-тотықсыздану потенциалы, температура т.б.) сипаттайды. Активті концентрацияның өлшем бірлігі - моль/л.

Жалпы концентрация мен активті концентрация арасында мына қатынас орын алады, яғни

$$a = fC$$

f - активтік коэффициент

Активтік коэффициенті реалдық ерітінділердің қасиетінің идеалдық ерітінділерден өзгешілігін көрсететін шама. Активтік коэффициенттің шамасы әдетте бірден кем. Өте сұйытылған ерітінділерде активтік коэффициентті бірге жуық деп есептеуге болады.

Иондардың электролит ерітінділерінде өзара әсерлесулерін сипаттайтын ұғым - ерітіндінің иондық күші (J). Ерітіндінің иондық күші электролиттің табиғатымен және концентрациясымен анықталады, яғни

$$J = \frac{1}{2} \left(C_{Kat} \cdot Z_{Kat}^2 + C_{An} \cdot Z_{An}^2 + \dots \right) \text{ не}$$

$$J = \frac{1}{2} \sum c_i Z_i^2$$

Ерітіндінің иондық күші шартты түрде өлшемсіз шама деп есептеледі.

Ерітіндінің иондық күші арқылы ерітіндідегі иондардың активтік коэффициенттерін есептеуге болады.

Активтік коэффициенттерді есептеулерде ерітіндінің иондық күші шамасына байланысты әртүрлі теңдеулер пайдаланылады.

1. $J < 10^{-2}$ болған жағдайда көбінесе төмендегі теңдеу қолданылады:

$$\lg f = -0,5Z^2 \sqrt{J}$$

2. Ерітіндінің иондық күші $0,01 < J < 0,1$ болғанда:

$$\lg f = -\frac{0,5Z^2 \sqrt{J}}{1 + \sqrt{J}}$$

3. Электролиттің иондық күші мына шамалар аралығында $0,1 < J < 1,0$ болса:

$$\lg f = -0,5Z^2 \left(\frac{\sqrt{J}}{1 + \sqrt{J}} - 0,2J \right)$$

1-есеп. Концентрациясы 0,02 моль/л Na_3PO_4 ерітіндісінің иондық күшін есептеңіз.

Шешуі. 1 Na_3PO_4 күшті электролит, сондықтан иондарға толық ыдырайды:



2. Ерітіндідегі иондардың концентрациясы:

$$C_{\text{Na}^+} = 3 \cdot 0,02 = 0,06 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{PO}_4^{3-}} = 0,02 \text{ моль/л.}$$

3. Ерітіндінің иондық күші төмендегі теңдеумен анықталады:

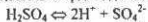
$$J = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2,$$

сонда

$$J = \frac{1}{2} \left(C_{\text{Na}^+} \cdot Z_{\text{Na}^+}^2 + C_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot Z_{\text{PO}_4^{3-}}^2 \right) = \frac{1}{2} (0,06 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 3^2) = 0,12$$

2-есеп. Жүйеде 2,0 моль/л H_2SO_4 және 0,5 моль/л K_2SO_4 бар. Осы ерітіндінің иондық күшін есептеңіз.

Шешуі. 1. Ерітіндідегі қосылыстардың диссоциациясы:



2. Ерітіндіде иондардың концентрациясы төмендегідей:

$$C_{\text{H}^+} = 2 \cdot 2 = 4,0 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{SO}_4^{2-}} = 2,0 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{K}^+} = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,5 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{SO}_4^{2-}} = (2,0 + 0,5) = 2,5 \text{ моль/л}$$

3. Ерітіндінің иондық күшін есептейміз:

$$J = \frac{1}{2} \left(C_{\text{H}^+} \cdot Z_{\text{H}^+}^2 + C_{\text{K}^+} \cdot Z_{\text{K}^+}^2 + C_{\text{SO}_4^{2-}} \cdot Z_{\text{SO}_4^{2-}}^2 \right) = \frac{1}{2} (4 \cdot 1^2 + 1 \cdot 1^2 + 2,5 \cdot 2^2) = 7,5$$

3-есеп. Концентрациясы 0,004 моль/л $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісіндегі иондардың активтік коэффициенттерін және концентрацияларын есептеңіз.

Шешуі.

1. Алдымен ерітіндінің иондық күшін анықтап алу қажет:

$$J = \frac{1}{2} \left(C_{\text{Mg}^{2+}} \cdot Z_{\text{Mg}^{2+}}^2 + C_{\text{NO}_3^-} \cdot Z_{\text{NO}_3^-}^2 \right)$$

$$J = \frac{1}{2} (0,004 \cdot 2^2 + 2 \cdot 0,004 \cdot 1^2) = 0,012$$

2. Ерітіндінің $J > 10^{-2}$ болғандықтан, активтік коэффициенттерді есептеуде төмендегі теңдеуді пайдаланады:

$$\lg f = -0,5Z^2 \frac{\sqrt{J}}{1+\sqrt{J}}$$

$$\lg f_{Mg^{2+}} = -0,5 \cdot 2^2 \frac{\sqrt{0,012}}{1+\sqrt{0,012}} = -0,198$$

$$\lg f_{NO_3^-} = -0,5 \cdot 1^2 \frac{\sqrt{0,012}}{1+\sqrt{0,012}} = -0,050$$

$$f_{Mg^{2+}} = 0,634 \quad f_{NO_3^-} = 0,891$$

3. Ерітіндідегі иондардың активті концентрациялары төмендегідей анықталады:

$$a_{Mg^{2+}} = f_{Mg^{2+}} \cdot C_{Mg^{2+}} = 0,634 \cdot 0,004 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$a_{NO_3^-} = f_{NO_3^-} \cdot C_{NO_3^-} = 0,891 \cdot 2 \cdot 0,004 = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

1.2. Әрекеттесуші массалар заңын гомогенді тепе-теңдіктерде пайдалану

Әрекеттесуші массалар заңы реакцияға қатысатын заттар концентрациясы мен химиялық реакцияның жылдамдығы арасындағы тәуелділікті анықтайды.

Егер өзара әрекеттесетін заттарды А мен В деп, және реакцияның өнімдерін С мен D белгілесе, онда химиялық реакцияны жалпы түрде былай жазуға болады:



Бұл химиялық реакция тепе-теңдік күйде термодинамикалық константамен сипатталады:

$$K^T = \frac{a^c(C) \cdot a^d(D)}{a^a(A) \cdot a^b(B)}$$

K^T - термодинамикалық константа.

Активті концентрация мен жалпы концентрация арасында мынадай тәуелділік $a = f \cdot C$ орын алғандықтан, бұл теңдік мына түрде өрнектеледі:

$$K^T = \frac{f^c(C)C^c(C) \cdot f^d(D)C^d(D)}{f^a(A)C^a(A) \cdot f^b(B)C^b(B)} = \frac{f^c(C) \cdot f^d(D)}{f^a(A) \cdot f^b(B)} \cdot \frac{C^c(C) \cdot C^d(D)}{C^a(A) \cdot C^b(B)}$$

немесе:
$$K^T = K^c \frac{f^c(C) f^d(D)}{f^a(A) f^b(B)}$$

K^c - концентрациялық константа.

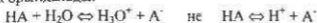
Яғни тепе-теңдік константасы температура мен қысым тұрақты болған кезде тұрақты шама және реакцияға қатысатын заттардың концентрациясына тәуелсіз.

Тепе-теңдік константасының шамасы реакцияның бағытын анықтайды және оның аяғына дейін қаншалықты жүретіндігін бағалауға мүмкіндік береді.

Егер де $K > 1$ болса, онда тура жүретін реакция басым, ал $K < 1$ болған жағдайда кері реакцияның жылдамдығы жоғары. Кейде тепе-теңдік константасының көрсеткішін пайдаланады: $pK = -\lg K$. Егер $pK > 0$ болса, онда кері реакцияның жылдамдығы жоғары, $pK < 0$ кезде тура реакция басым.

Тепе-теңдік константасын иондану дәрежесі арқылы да өрнектейді. Мысал ретінде әлсіз бинарлы электролиттің иондануын қарастыруға болады.

Әлсіз қышқылдар мен негіздердің су ерітінділерінде мына тепе-теңдік орындалады.



Тепе-теңдік константасы:

$$K^T = \frac{a(H_3O^+) \cdot a(A^-)}{a(HA)} = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]} \cdot \frac{f(H_3O^+) \cdot f(A^-)}{f(HA)}$$

Жуық есептеулерде $K^T = K^c$ деп алып, тепе-теңдік концентрацияларды есептейді.

Электролит әлсіз болғандықтан, оның тек белгілі бір үлесі ғана ионданады, сондықтан диссоциацияланған иондардың концентрациясы мынаған тең болады:

$$[H_3O^+] = \alpha C_{\Sigma} \quad [A^-] = \alpha C_{\Sigma} \quad [HA] = C_{\Sigma} - [H_3O^+] = C_{\Sigma} - [A^-]$$

$$[HA] = C_{\Sigma}(1 - \alpha)$$

C_{Σ} - электролиттің жалпы концентрациясы, моль/л

α - иондану дәрежесі.

$$\text{Сонда: } K^c = \frac{\alpha \cdot C_{\Sigma} \cdot \alpha \cdot C_{\Sigma}}{C_{\Sigma}(1 - \alpha)} = \frac{\alpha^2 \cdot C_{\Sigma}}{(1 - \alpha)}$$

Егер де әлсіз электролит ерітіндісі өте сұйытылған болса, онда $1 - \alpha \approx 1$, ал

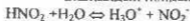
$$K^c = \alpha^2 C_{\Sigma} \quad \text{немесе} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K^c}{C_{\Sigma}}}$$

Бұл теңдік иондану константасы мен иондану дәрежесі арасындағы тәуелділікті көрсетеді.

1.3 Тепе-теңдік константасын, концентрацияларды, иондану дәрежесін есептеу

4-есеп. Азотты қышқылдың (HNO_2) иондану дәрежесі 15% тең. Ерітіндінің концентрациясын есептеңіз. $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$.

Шешуі. 1. Азотты қышқылдың иондануы:



2. Оның тепе-теңдік константасы төмендегі теңдікпен анықталады:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [NO_2^-]}{[HNO_2]}$$

3. Иондардың тепе-теңдік концентрациялары:

$$[H_3O^+] = \alpha C_{ж} \quad [NO_2^-] = \alpha C_{ж} \quad [HNO_2] = C_{ж} - \alpha C_{ж}$$

$$\alpha = 0,15$$

4. Анықталған концентрацияларды тепе-теңдік константасына қойып есептегенде:

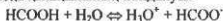
$$K_a = \frac{\alpha \cdot C_{ж} \cdot \alpha \cdot C_{ж}}{C_{ж} \cdot (1 - \alpha)} = \frac{0,15 \cdot 0,15 \cdot C_{ж}}{1 - 0,15}$$

$$\text{Сонда } \frac{K(1 - 0,15)}{0,15 \cdot 0,15} = C_{ж} \quad \text{немесе} \quad C_{ж} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,85}{0,15 \cdot 0,15} = 0,019 \text{ моль/л} \quad \text{болады}$$

Жауабы: 0,019 моль/л.

5-есеп. 0,21 моль/л $HCOOH$ ерітіндісінде $[H^+]$ концентрациясы $6 \cdot 10^{-3}$ моль/л тең. Құмырсқа қышқылының иондану константасы мен иондану дәрежесін есептеңіз.

Шешуі. 1. Құмырсқа қышқылының иондануы.



2. Иондану константасы:

$$K^c = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

3. 1-теңдеуден $[H_3O^+]$ $[HCOO^-]$ тең екенін көруге болады. $[HCOOH] = C_{ж} - C_{ион}$.

$C_{ион}$ - ионданған молекулалардың концентрациясы.

$$\text{Сонда } K_a = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{0,21 - 0,006} = 1,76 \cdot 10^{-4}$$

4. Иондану дәрежесі төмендегі теңдікпен анықталады:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_{ж}}} = \sqrt{\frac{1,76 \cdot 10^{-4}}{0,21}} = 2,89 \cdot 10^{-2} \quad \text{немесе } 2,89\%$$

6-есеп. Сірке қышқылының термодинамикалық константасы $1,74 \cdot 10^{-5}$. Ерітіндінің иондық күші 0,005 тең болған жағдайда CH_3COOH концентрациялық константасын анықтаңыз.

1. Ерітіндінің $J = 0,005$ тең, сондықтан:

$$\lg f_{H^+}, Ac = -0,5Z^2 \sqrt{J}$$

$$\lg f_{H^+}, Ac = -0,5 \cdot 1^2 \sqrt{0,005} = -0,5 \cdot 1 \cdot 0,07 = -0,035$$

$$f_{H^+} = f_{CH_3COO^-} = 0,92$$

2. K^T - төмендегі теңдеумен анықталады:

$$K^T = \frac{a_{H^+} \cdot a_{CH_3COO^-}}{a_{CH_3COOH}} = \frac{C_{H^+} \cdot C_{CH_3COO^-} \cdot f_{H^+} \cdot f_{CH_3COO^-}}{C_{CH_3COOH}}$$

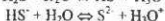
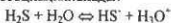
$$K^c = \frac{C_{H^+} \cdot C_{CH_3COO^-}}{C_{CH_3COOH}} = \frac{K^T}{f_{H^+} \cdot f_{CH_3COO^-}} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{(0,92)^2} = 2,06 \cdot 10^{-5}$$

Бұл есептеулерден ерітіндідегі электростатикалық әрекеттесулер әсерінен сірке қышқылының диссоциациясы жоғарылайтындығын көруге болады.

1.4. Ерітінділерде материалдық баланс құрастыру және тепе-теңдік концентрацияларды есептеу

7-есеп. Күкірт сутек ерітіндісіндегі материалдық баланс теңдеуін жазыңыз.

Шешуі. Күкірт сутек су ерітіндісінде екі негізді қышқыл, сондықтан ол екі сатыда диссоциацияланады:



Күкірт сутек қышқылының жалпы концентрациясы ерітіндідегі барлық иондардың тепе-теңдік концентрацияларының қосындысынан тұрады, яғни:

$$C_{S^{2-}} = [S^{2-}] + [HS^-] + [H_2S]$$

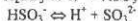
Бұл теңдікті басқа түрде де өрнектеуге болады:

$$C_{H_3O^+} = [H^+] + [HS^-] + 2[H_2S]$$

H_2S екі негізді қышқыл болғандықтан, оның тепе-теңдік концентрациясы екі еселенеді.

8-есеп. 0,15 моль/л H_2SO_3 ерітіндісінде $pH=7,0$ болғанда SO_3^{2-} иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.

Шешуі. H_2SO_3 екі негізді қышқыл, сондықтан оның диссоциациясы екі сатыда жүреді:



Алдымен материалдық баланс теңдеуін жазып алу қажет:

$$C_{SO_3^{2-}} = [SO_3^{2-}] + [HSO_3^-] + [H_2SO_3].$$

Қышқылдық константалардан $[HSO_3^-]$, $[SO_3^{2-}]$ тепе-теңдік концентрацияларын тауып, материалдық баланс теңдігіне қою қажет.

$$C_{SO_3^{2-}} = [SO_3^{2-}] + \frac{[H^+] \cdot [SO_3^{2-}]}{K_1} + \frac{[H^+]^2 \cdot [SO_3^{2-}]}{K_1 \cdot K_2} = [SO_3^{2-}] \left(1 + \frac{[H^+]}{K_1} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2} \right)$$

Немесе

$$\frac{C_{SO_3^{2-}}}{[SO_3^{2-}]} = 1 + \frac{[H^+]}{K_1} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}$$

Бұл теңдеуге есептің мазмұны бойынша берілген сандарды қойып, $[SO_3^{2-}]$ табамыз

$$\frac{0,15}{[\text{SO}_3^{2-}]} = 1 + \frac{10^{-7}}{6,2 \cdot 10^{-8}} + \frac{(10^{-7})^2}{1,7 \cdot 10^{-2} \cdot 6,2 \cdot 10^{-8}}$$

$$\frac{0,15}{[\text{SO}_3^{2-}]} = 1 + 1,6 + 9,4 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{0,15}{[\text{SO}_3^{2-}]} = 2,6; \quad [\text{SO}_3^{2-}] = \frac{0,15}{2,6}$$

Сонда, $[\text{SO}_3^{2-}] = 0,058$ моль/л.

1.5. Ерітінділердегі $[\text{H}^+]$ -иондарының концентрациясы мен рН-ын есептеу

1.5.1. Күшті қышқылдар мен күшті негіздер ерітінділеріндегі H^+ және OH^- иондарының концентрациясын және рН, рОН есептеу.

Ерітіндінің рН мен рОН анықтау үшін, ерітіндідегі оксоний мен гидроксид иондарының мольдік концентрацияларын, активтік коэффициенттерін, активті концентрацияларын білу керек.

$$\text{Яғни, } \text{pH} = -\lg a(\text{H}^+) \quad \text{pOH} = -\lg a(\text{OH}^-)$$

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

9-есеп. Нормальды концентрациясы $C_{\text{H}}(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/л H_2SO_4 ерітіндісінің рН-ы нешеге тең?

Шешуі. 1. Күкірт қышқылының мольдік концентрациясы:

$$C_{\text{M}} = f_{\text{эв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) C_{\text{H}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,05 = 0,025 \text{ моль/л}$$

2. Ерітіндідегі иондардың мольдік концентрациясы:



$$C_{\text{M}}(\text{H}^+) = 2 \cdot 0,025 = 0,05 \text{ моль/л}$$

$$C_{\text{M}}(\text{SO}_4^{2-}) = 1 \cdot 0,025 = 0,025 \text{ моль/л}$$

3. Ерітіндінің рН-ы мына теңдікпен анықталады:

$$\text{pH} = -\lg C(\text{H}_3\text{O}^+) = -\lg 0,05 = 1,30$$

10-есеп. Натрий гидроксиді ерітіндісінде NaOH -тың массалық үлесі 0,6% ($\rho = 1,005 \text{ г/см}^3$). Осы ерітіндінің рН-ын есептеңіз.

Шешуі. 1. Берілген ерітіндінің мольдік концентрациясы ерітіндінің 1,0 л көлеміндегі зат мөлшерімен анықталады, сондықтан ерітіндінің массасын білу қажет: $m = V \rho = 1000 \text{ см}^3 \cdot 1,005 \text{ г/см}^3 = 1005 \text{ г}$.

Сонымен, берілген ерітіндінің 1,0 л-де:

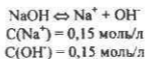
$$100 \text{ г} \quad \cdot \quad 0,6 \text{ г NaOH бар}$$

$$1005 \text{ г} \quad \cdot \quad x$$

$$x = \frac{1005 \cdot 0,6}{100} = 6,03 \text{ г бар}$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{6,03}{40} = 0,15 \text{ моль}$$

2. Ерітіндідегі иондардың концентрациясы төмендегі теңдеу арқылы анықталады:



$$C(\text{H}^+) = \frac{K_w}{C(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-14}}{0,15} = 6,67 \cdot 10^{-14}$$

3. Ерітіндінің рН есептеу:

$$\text{pH} = -\lg C(\text{H}^+) = -\lg 6,67 \cdot 10^{-14} = 13,18$$

немесе

$$\text{pOH} = -\lg C(\text{OH}^-) = -\lg 0,15 = 0,82$$

$$\text{pH} = 14 - 0,82 = 13,18.$$

11-есеп. Ерітіндінің рН 5,3 тең. Осы ерітіндідегі оксоний-иондары мен гидроксид-иондарының концентрациясын есептеңіз.

Шешуі. 1. Ерітіндіде оксоний-иондарының концентрациясын анықтау:

$$C(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-5,3} \text{ моль/л}$$

$$\text{немесе } C(\text{H}_3\text{O}^+) = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$a(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-5,3} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

2. Гидроксид-иондардың концентрациясы:

$$C(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{C(\text{H}_3\text{O}^+)} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-6}} = 0,2 \cdot 10^{-8} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

1.5.2. Әлсіз қышқылдар мен әлсіз негіздер ерітінділерінің рН-ын есептеу

1. Әлсіз қышқылдар су ерітінділерінде мына теңдеу бойынша ионданады:



Олардың қышқылдық константасы мына тепе-теңдік константасымен анықталады:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{An}^-]}{[\text{HAn}]}$$

бұл теңдеуде $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{An}^-]$; $[\text{HAn}] = C_a - [\text{An}^-] \cong C_a$

сондықтан $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_a}$ не $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg \sqrt{K_a \cdot C_a} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \lg C_a)$$

2. Әлсіз негіздер су ерітінділерінде мына теңдеу бойынша ионданады:



негіздік константасы:

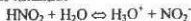
$$K_b = \frac{[\text{HB}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{HB}] \quad [\text{B}] = C_b - [\text{HB}] \cong C_b$$

Сонда, $K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{C_N}$ $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_N} = \frac{1}{2}(K_b + C_N)$
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - \frac{1}{2}(\text{p}K_b - \lg C_N)$

12-есеп. Концентрациясы 0,05 моль/л HNO_2 ерітіндісінің рН-ы нешеге тең? $K_a = 5,1 \cdot 10^{-4}$

Шешуі. HNO_2 - әлсіз қышқыл



Оның қышқылдық константасы:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} \quad K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HNO}_2]}$$

Әлсіз қышқыл болғандықтан

$$[\text{HNO}_2] = C_{\text{HNO}_2} = 0,05 \text{ моль/л}$$

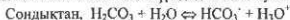
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{\text{HNO}_2}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{5,1 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

Сонда, $\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 5 \cdot 10^{-3} = 2,30$

13-есеп. 0,5 моль/л H_2CO_3 ерітіндісінің рН-ын есептеңіз. $K_a' = 4,5 \cdot 10^{-7}$; $K_a'' = 4,8 \cdot 10^{-11}$

Шешуі. $K_a' \gg K_a''$ болғандықтан, көмір қышқылының иондануы бірінші саты бойынша ғана жүреді деп есептеуге болады.



$$[\text{H}_2\text{CO}_3] = C_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,5 \text{ моль/л}; \quad [\text{HCO}_3^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$K_a' = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

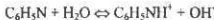
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a' \cdot C_{\text{H}_2\text{CO}_3}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{4,5 \cdot 10^{-7} \cdot 0,5} = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 4,7 \cdot 10^{-4} = 3,33$$

14-есеп. 0,15 моль/л пиридин ($\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$) ерітіндісінің рН-ын есептеңіз. $K_b = 1,5 \cdot 10^{-9}$.

Шешуі.



$$K_b = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}]}; \quad K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}]}$$

әлсіз негіз болғандықтан

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}] = C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{N}} = 0,15 \text{ моль/л}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{N}}} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 0,15} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 1,5 \cdot 10^{-5} = 4,82 \\ \text{pH} &= 14 - 4,82 = 9,18 \end{aligned}$$

1.5.3. Орта тұздар ерітінділерінің pH-ын есептеу

Тұздар су ерітінділерінде не әлсіз қышқыл, не әлсіз негізге ұқсас су молекулаларымен әрекеттесіп, тепе-теңдік орнайды. Мысалы: KCN, NH₄Cl т.б.



$$K_b = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{HCN}]; \quad [\text{CN}^-] = C_T - [\text{HCN}] \cong C_T$$

Сондықтан, $[\text{OH}^-]^2 = K_b \cdot C_T$, $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_T}$.

Су ерітінділерінде кез-келген қосарланған қышқыл мен негіз константаларының көбейтіндісі судың автопротолиз константасына тең, яғни:

$$K_a K_b = K_w.$$

Сондықтан, $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_T}$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w - \frac{1}{2} \lg K_a + \frac{1}{2} \text{p}C_T$$

$$\text{pH} = 14 - \left(\frac{1}{2} \text{p}K_w - \frac{1}{2} \lg K_a + \frac{1}{2} \lg C_T \right)$$

NH₄Cl қарастырсақ, онда:



Оның тепе-теңдік константасы:

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NH}_3] \quad [\text{NH}_4^+] = C_T - [\text{NH}_3] \cong C_T$$

Сонда, $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_T}$ немесе $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_T}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot C_T}$$

$$\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1}{2} \lg K_w - \frac{1}{2} \lg K_b + \frac{1}{2} \lg C_T$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w - \frac{1}{2} \text{p}K_b + \frac{1}{2} \lg C_T$$

Жеке жағдайда тұздардың сумен алмасу реакциясын гидролиз деп қарастыруға болады, сондықтан қарастырылған тепе-теңдіктерден тұздардың гидролиздену дәрежелері төмендегі теңдіктен анықталады:

$$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot C_T}}, \quad h - \text{гидролиздену дәрежесі.}$$

15-есеп. 0,02 моль/л NaF ерітіндісінің рН-ын және гидролиздену дәрежесін есептеңіз. $K_a = 6,8 \cdot 10^{-4}$.

Шешуі. Түз ерітіндісінде мына тепе-теңдік орындалады



Оның негіздік константасы:

$$K_b = \frac{[HF] \cdot [OH^-]}{[F^-]}$$

$$[HF] = [OH^-], \text{ сондықтан } K_b = \frac{[OH^-]^2}{[F^-]}$$

$$[F^-] = C_{NaF} = 0,02 \text{ моль/л;}$$

Судың автопротолиз константасы:

$$K_a K_b = K_w$$

Сондықтан, $[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_{NaF}} = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_{NaF}}$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{6,8 \cdot 10^{-4}} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = \sqrt{0,3 \cdot 10^{-12}} = 0,55 \cdot 10^{-6} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Ерітіндінің рН-ы мына теңдікпен анықталады:

$$pH = 14 - (-\lg 5,5 \cdot 10^{-7}) = 14 - 6,26 = 7,74$$

Ал гидролиздену дәрежесі төмендегі теңдікпен есептеледі:

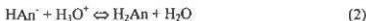
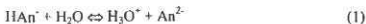
$$h = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \cdot C_{NaF}}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{6,8 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{0,073 \cdot 10^{-8}} = \sqrt{7,3 \cdot 10^{-10}} = 2,7 \cdot 10^{-5}$$

немесе $2,7 \cdot 10^{-3}\%$

1.5.4 Қышқылдық тұздар (амфолиттер) ерітінділерінің рН-ын есептеу

Амфолиттер ретінде $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , HCO_3^- т.б. иондарды қарастыруға болады. Оларды жалпы түрде HA_n^- белгіленеді.

Амфолиттердің су ерітінділерінде мына тепе-теңдіктер орын алады:



Бұл теңдеулерден $[H_3O^+] \neq [A_n^{2-}]$ тең емес екенін көруге болады, себебі H_3O^+ (1 теңдеудегі) бір бөлігі HA_n^- -мен әрекеттесіп, H_2A_n түзеді. Сондықтан судың өзінің иондануын ескере отырып, мына теңдеуді жазуға болады:

$$[H_3O^+] = [A_n^{2-}] - [H_2A_n] + [OH^-] \quad (4)$$

Егер де $K_a(HA_n^-) \gg K_w$ болатын болса, онда OH^- концентрациясын ескермеуге болады. Бұл жағдайда 4-теңдеу былай жазылады:

$$[H_3O^+] = [An^{2-}] - [H_2An] \quad (5)$$

Келесі мақсат An^{2-} мен H_2An концентрацияларын табу; ол үшін қышқылдық константалар пайдаланылады.



$$K_a'(H_2An) = \frac{[H_3O^+] \cdot [HAn^-]}{[H_2An]} \quad [H_2An] = \frac{[H_3O^+] \cdot [HAn^-]}{K_a'(H_2An)} \quad (7)$$



$$K_a''(HAn^-) = \frac{[H_3O^+] \cdot [An^{2-}]}{[HAn^-]} \quad [An^{2-}] = K_a''(HAn^-) \frac{[HAn^-]}{[H_3O^+]} \quad (9)$$

H_2An мен An^{2-} концентрацияларын 5-теңдеуге қойылады, сонда

$$[H_3O^+] = K_a''(HAn^-) \cdot \frac{[HAn^-]}{[H_3O^+]} - \frac{[H_3O^+] \cdot [HAn^-]}{K_a'(H_2An)} \quad (10)$$

$$K_a'(H_2An)[H_3O^+]^2 - K_a''(HAn^-)K_a'(H_2An)[HAn^-] - [H_3O^+]^2[HAn^-]$$

$$[H_3O^+]^2 \cdot [K_a'(H_2An) + [HAn^-]] = K_a''(HAn^-) \cdot K_a'(H_2An) \cdot [HAn^-]$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K_a''(HAn^-) \cdot K_a'(H_2An) \cdot [HAn^-]}{K_a'(H_2An) + [HAn^-]}} \quad (11)$$

Егер де $[HAn^-] \gg K_a'(H_2An)$ болса, онда 11-теңдеуде $K_a'(H_2An)$ шамасын ескермеуге болады

Сонда, 11-теңдеу былай жазылады:

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K_a''(HAn^-) \cdot K_a'(H_2An) \cdot [HAn^-]}{[HAn^-]}} = \sqrt{K_a''(HAn^-) \cdot K_a'(H_2An)} \quad (12)$$

Егер де $K_a(HAn^-) \ll K_w$ болса, онда OH^- -иондарының концентрациясын 4-теңдеуде ескеруге тура келеді, бұл жағдайда 10-теңдеу былай жазылады:

$$[H_3O^+] = K_a''(HAn^-) \frac{[HAn^-]}{[H_3O^+]} - \frac{[H_3O^+] \cdot [HAn^-]}{K_a[H_2An]} + \frac{K_w}{[H_3O^+]} \quad (13)$$

Осы жүйедегі H_3O^+ -иондарының концентрациясы мына теңдеумен анықталады:

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K_a'(H_2An) \cdot [K_a''(HAn^-) \cdot [HAn^-] + K_w]}{K_a(H_2An) + [HAn^-]}} \quad (14)$$

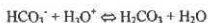
Егер де $[An^{2-}] \ll [HAn^-]$, онда $[HAn^-] = C_{HAn^-}$ болады, у'ни:

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K'_a(H_2An) \cdot [K''_a(HAn^-) \cdot C_{HAe^-} + K_w]}{K'_a(H_2An) + C_{HAe^-}}} \quad (15)$$

16-есеп. 0,01 моль/л $NaHCO_3$ ерітіндісінің рН-ын есептеңіз. $K'_a = 4,5 \cdot 10^{-7}$, $K''_a = 4,8 \cdot 10^{-11}$.

Шешуі.

Су ерітіндісінде мына тепе-теңдіктер орын алады:



Бұл ерітіндіде

$$[H_3O^+] = [CO_3^{2-}] - [H_2CO_3]$$

$$K'_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} \quad K''_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

$$[H_2CO_3] = \frac{[H_3O^+] \cdot [HCO_3^-]}{K'_a} \quad [CO_3^{2-}] = \frac{K''_a \cdot [HCO_3^-]}{[H_3O^+]}$$

$$[H_3O^+] = \frac{K''_a \cdot [HCO_3^-]}{[H_3O^+]} - \frac{[H_3O^+] \cdot [HCO_3^-]}{K'_a}$$

Ортақ бөлгішке келтіріп, мына теңдікті алуға болады:

$$[H_3O^+]^2 K'_a = K''_a K'_a [HCO_3^-] - [H_3O^+]^2 [HCO_3^-]$$

Осы теңдіктен $[H_3O^+]$ былай есептеледі:

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{K'_a \cdot K''_a [HCO_3^-]}{K'_a + [HCO_3^-]}} = \sqrt{K'_a \cdot K''_a}$$

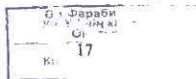
$$[H_3O^+] = \sqrt{4,5 \cdot 10^{-7} \cdot 4,8 \cdot 10^{-11}} = 4,6 \cdot 10^{-9} \text{ моль / л}$$

Сонда рН

$$pH \approx -\lg[H_3O^+] = -\lg 4,6 \cdot 10^{-9} = 8,34.$$

17-есеп. 0,15 М аммоний нитриті ерітіндісінің рН-ын есептеңіз. $K_a = 5,1 \cdot 10^{-4}$; $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$.

Шешуі. Аммоний нитриті (әлсіз негіз бен әлсіз қышқылдың тұзы) ерітіндісі мына теңдеу бойынша диссоциацияланады:



Сондықтан тұз ерітіндісінде мына қышқыл-негіздік реакциялар жүреді:



және



Жалпы түрде



Тепе-теңдік константасы:

$$K = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{HNO}_2]}{[\text{NH}_4^+] [\text{NO}_2^-] [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{HNO}_2] \cdot K_w}{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{NO}_2^-] \cdot [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot K_{\text{HNO}_2}}$$

Жүйеде $[\text{NH}_4\text{OH}] = [\text{HNO}_2]$, ал $[\text{NH}_4^+] = [\text{NO}_2^-]$.

Сондықтан:

$$\frac{K_w}{K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot K_{\text{HNO}_2}} = \frac{[\text{HNO}_2]^2}{[\text{NO}_2^-]^2}$$

$$[\text{HNO}_2] = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{NO}_2^-]}{K_{\text{HNO}_2}} \quad \text{болады.}$$

$[\text{HNO}_2]$ мәнін алдыңғы теңдікке қойғанда:

$$\frac{K_w}{K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot K_{\text{HNO}_2}} = \frac{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{NO}_2^-]^2}{K_{\text{HNO}_2}^2 \cdot [\text{NO}_2^-]^2}$$

Бұл теңдіктен $[\text{H}^+]$ -иондарының концентрациясы есептеледі:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_{\text{HNO}_2}}{K_{\text{NH}_4\text{OH}}}}$$

Сонда, $\lg[\text{H}^+] = \frac{1}{2} \lg K_w + \frac{1}{2} \lg K_{\text{HNO}_2} - \frac{1}{2} \lg K_{\text{NH}_4\text{OH}}$

$$\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{\text{HNO}_2} + \frac{1}{2} \lg K_{\text{NH}_4\text{OH}}$$

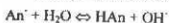
Сонымен

$$\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \lg 5,1 \cdot 10^{-4} + \frac{1}{2} \lg 1,76 \cdot 10^{-5} = 7 + \frac{1}{2} 3,29 - \frac{1}{2} 4,75 = 6,27.$$

1.5.5 Буфер ерітінділерінің pH-ын есептеу

Буфер ерітінділері жүйелердің pH-ын бір калыпта сақтау үшін қолданылады. Мұндай ерітінділер ретінде қосарланған қышқыл (HAn) мен негіздер (An^-) пайдаланылады. Буфер ерітінділердің pH-ы осы қосарланған қышқыл мен негіздің табиғаты мен концентрациясына тәуелді болады.

Кез-келген буфер ерітіндісінде мына тепе-теңдіктер орын алады:



Бұл тепе-теңдіктер константалары төмендегі теңдікпен анықталады:

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [An^-]}{[HAn]} \quad K_b = \frac{[HAn] \cdot [OH^-]}{[An^-]}$$

Буфер ерітіндісінің рН-ын есептеу үшін осы теңдіктердің кез-келгенін пайдалануға болады, яғни:

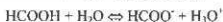
$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HAn]}{[An^-]} \quad \text{немесе} \quad [OH^-] = K_b \frac{[An^-]}{[HAn]}$$

Қышқыл мен негіздің концентрациялары жоғары болғанда $[HAn]$ C_{HAn} және $[An^-]$ C_{An^-} тең. Бұл жағдайда $[H_3O^+] = K_a \frac{C_{HAn}}{C_{An^-}}$

$$\text{немесе} \quad [OH^-] = K_b \frac{C_{An^-}}{C_{HAn}}$$

18-есеп. 0,10 М құмырсқа қышқылы мен 0,10 М натрий формиаты ерітінділерінен тұратын буфер жүйесінің рН-ын есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде мына тепе-теңдіктер орын алады:



Жүйе рН-ы төмендегі көрсетілген теңдеумен есептеледі:

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]} \quad \text{немесе}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{C_{HCOOH}}{C_{HCOO^-}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \frac{0,1}{0,1} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

Сонда, $pH = -\lg 1,8 \cdot 10^{-4} = 3,74$.

19-есеп. 0,010 М H_3CCOOH және 0,010 М CH_3COONa буфер ерітіндісіне 0,001 М $NaOH$ ерітіндісі қосылған жағдайда көлемі 1,0 л буфер ерітіндісінің рН-ы қалай өзгереді?

Шешуі. Жүйеде мына тепе-теңдіктер орын алады:



$$[H_3O^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad \text{немесе}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{C_a}{C_r} [H_3O^+] = 1,74 \cdot 10^{-5} \frac{0,01}{0,01} = 1,74 \cdot 10^{-5}, \text{ яғни } NaOH \text{ ерітіндісі}$$

қосылмаған жағдайда буфер ерітіндісінің рН-ы 4,76 тең.

Жүйеде HAn , An^- , OH^- концентрациялары:

$$C(\text{HAc}) = C \cdot V = 0,010 \cdot 1,0 = 0,010 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{Ac}^-) = C \cdot V = 0,010 \cdot 1,0 = 0,010 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{OH}^-) = C \cdot V = 0,001 \cdot 1,0 = 0,001 \text{ моль/л}$$

Жүйеге NaOH-ерітіндісін қосқан кезде мына тепе-теңдік орын алады:



яғни, осы реакция нәтижесінде жүйеде CH_3COOH концентрациясы кемиді, ал CH_3COO^- -концентрациясы артады, яғни

$$C(\text{HAc}) = 0,010 - 0,001 = 0,009 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{Ac}^-) = 0,010 + 0,001 = 0,011 \text{ моль/л.}$$

Сондықтан

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,74 \cdot 10^{-5} \frac{0,009}{0,011} = 1,42 \cdot 10^{-5}; \quad \text{pH} = 4,85$$

яғни сітті қосқан жағдайда буфер жүйесінің pH-ы артты.

20-есеп. Аммиак буфер жүйесінің pH-ы 9,0 тең. Осы ерітіндіде қосарланған қышқыл мен негіздің қатынасын есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде мына қосарланған реакциялар жүреді:



Оның константасы:

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

Сонда,
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

$$K_a = K_w / K_b = 10^{-14} / 1,76 \cdot 10^{-5} = 5,7 \cdot 10^{-10} \text{ тең болғандықтан,}$$

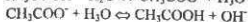
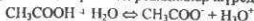
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9}$$

Ал қышқыл мен негіздің қатынасы:

$$\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{10^{-9}}{5,7 \cdot 10^{-10}} = 0,18$$

21-есеп. Буфер ерітіндісінің pH-ы 3,50 тең болуы үшін 100,0 мл 0,5 моль/л CH_3COOH ерітіндісіне неше грамм натрий ацетатын қосу қажет?

Шешуі. Жүйеде мына қосарланған реакциялар жүреді:



$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad \text{немесе} \quad [H_3O^+] = K_a \frac{C_{\text{HAc}}}{C_{\text{NaAc}}}$$

Бұл теңдеуден C_{NaAc} табуға болады

$$C_{\text{NaAc}} = K_a \frac{C_{\text{HAc}}}{C_{H_3O^+}}; \quad pH = -\lg C_{H_3O^+}; \quad C_{H_3O^+} = 10^{-3,5} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Сонда:

$$C_{\text{NaAc}} = 1,74 \cdot 10^{-5} \frac{0,5}{3,2 \cdot 10^{-4}} = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

ал массасы

$$m(\text{NaAc}) = \frac{C \cdot M(\text{NaAc})}{1000} \cdot V = \frac{2,7 \cdot 10^{-2} \cdot 82,03}{1000} \cdot 100 = 0,221 \text{ г}$$

ЕСЕПТЕР

1. Концентрациясы 0,05 моль/л $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ерітіндісінің иондық күшін есептеңіз. Ж. 0,15
2. Күкірт ышқылының 0,1н. ерітіндісінің иондық күші нешеге тең? Ж. 0,15
3. Жұйеде 0,01 моль/л $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ және 0,02 моль/л NaNO_3 тұздары бар. Осы ерітіндінің иондық күшін табыңыз Ж. 0,05
4. Концентрациялары 0,4 моль/л KCl мен NaCl ерітінділерінің бірдей көлемдері араластырылған. Түзілген ерітіндінің иондық күші қандай болады? Ж. 0,4
5. Концентрациясы 0,002 моль/л AlCl_3 ерітіндісінде иондардың активтік коэффициенттерін есептеңіз. Ж. 0,90; 0,89
6. Концентрациясы 0,01 моль/л $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісінде иондардың активтік коэффициенттерін есептеңіз. Ж. 0,076; 0,318.
7. Натрий гидроксидінің бір литр ерітіндісінде 2,0 г NaOH ерітілген. Осы ерітіндіде иондардың активтік коэффициенттері нешеге тең болады?

8. Концентрациясы 0,002 моль/л CuSO_4 ерітіндісіндегі иондардың активтік коэффициенттері мен активтік концентрациясын есептеңіз.
Ж. 0,687; 0,0013 моль/л
9. Концентрациясы 0,01 моль/л $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ерітіндісінде иондардың активтік концентрациясы нешеге тең?
Ж. 0,023 моль/л; 0,0013 моль/л
10. 0,005н. H_3PO_4 ерітіндісінде сутек иондарының активтік концентрациясы нешеге тең екенін табыңыз.
Ж. $3,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л
11. 0,02 моль/л HCl мен 0,01 моль/л HNO_3 ерітінділерінің бірдей көлемдері араластырылған. Түзілген ерітіндіде сутек иондарының активтік концентрациясын есептеңіз.
Ж. 0,0133 моль/л.
12. Төмендегі ерітінділерде орын алатын материалдық баланс теңдіктерін жазыңыз:
1) дихром қышқылы;
2) ортофосфор қышқылы;
3) аммоний оксалаты;
4) аммоний карбонаты;
5) ди(пиро)фосфор қышқылы
13. 0,05 моль/л HCOOH ерітіндісінің рН 4,0 тең болғанда формиат-иондарының тепе-теңдік концентрациясы қандай болады?
Ж. 0,032 моль/л
14. 0,25 моль/л CH_3COONa рН 3,5 тең ерітіндісіндегі ацетат-иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.
Ж. 0,09 моль/л
15. 0,05 моль/л $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ рН 8,0 тең ерітіндісіндегі карбонат-иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.
Ж. $2,3 \cdot 10^{-4}$ моль/л
16. 0,5 моль/л $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ерітіндісінде рН 9,2 тең болғанда S^{2-} иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.
Ж. $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л
17. 0,10 моль/л H_2S ерітіндісінде рН 1,5 болғанда сульфид-иондарының тепе-теңдік концентрациясы қандай болады?
Ж. $1,1 \cdot 10^{-18}$ моль/л

18. рН 8 тең жүйеде цианид-иондарының тепе-теңдік концентрациясы $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Ерітіндіде KCN жалпы концентрациясы нешеге тең болады?
Ж. 0,17 моль/л
19. Жүйеде (рН=6) оксалат-иондарының тепе-теңдік концентрациясы 0,05 моль/л тең. Ерітіндіде $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ жалпы концентрациясын есептеңіз.
Ж. 0,051 моль/л
20. Нитрит-иондарының тепе-теңдік концентрациясы 0,05 моль/л, ал KNO_2 жалпы концентрациясы 0,10 моль/л тең. Осы ерітіндінің рН-ы нешеге тең болады?
Ж. рН=3,29
21. Сульфид-иондарының тепе-теңдік концентрациясы 0,01 моль/л, ал аммоний сульфидінің жалпы концентрациясы 0,10 моль/л тең болғанда ерітіндінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=9,47
22. Ерітіндінің иондық күші 0,003 тең. Осы ерітіндіде HF қышқылының концентрациялық константасы нешеге тең болады?
($K^T=6,8 \cdot 10^{-4}$)
Ж. $8,8 \cdot 10^{-4}$
23. Ерітіндінің иондық күші 0,05 тең. Осы ерітіндіде HClO қышқылының концентрациялық константасы нешеге тең.
 $K^T=5,0 \cdot 10^{-8}$
Ж. $7,6 \cdot 10^{-8}$
24. Ерітіндінің иондық күші 0,010 тең. Осы ерітіндіде $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ концентрациялық константасын есептеңіз. $K^T=1,76 \cdot 10^{-5}$
Ж. $2,17 \cdot 10^{-5}$
25. Анилиннің термодинамикалық константасы $4,2 \cdot 10^{-10}$ тең. Ерітіндінің иондық күші 0,001 тең болғанда, оның концентрациялық константасы нешеге тең болады?
Ж. $4,5 \cdot 10^{-10}$
26. Азотты қышқылдың термодинамикалық константасы $5,1 \cdot 10^{-4}$ тең. Осы қышқылдың 0,001M KNO_3 ерітіндісінде реалдық константасын есептеңіз.
Ж. $5,5 \cdot 10^{-4}$
27. Ерітіндіде сутек-иондарының концентрациясы (моль/л) тең:
1) $5 \cdot 10^{-3}$; 2) $1,5 \cdot 10^{-6}$; 3) $2,5 \cdot 10^{-4}$; 4) $4,0 \cdot 10^{-9}$.

Осы ерітінділердің рН-ы және OH^- -иондарының концентрациясы қандай болатынын табыңыз.

Ж. 1 - 2,30; $2,0 \cdot 10^{-12}$ 2 - 5,82; $6,7 \cdot 10^{-9}$
3 - 3,60; $4,0 \cdot 10^{-11}$ 4 - 8,40; $2,5 \cdot 10^{-6}$

28. Ерітінділердегі OH^- -иондарының концентрациясы (моль/л) төмендегідей:

1) $5,8 \cdot 10^{-3}$; 2) $3,5 \cdot 10^{-6}$; 3) $7,5 \cdot 10^{-10}$; 4) $7,35 \cdot 10^{-7}$.

Осы ерітінділердегі сутек-иондарының концентрациясы мен рН-тарын табыңыз.

Ж. 1 - $1,7 \cdot 10^{-12}$; 1,77 2 - $2,9 \cdot 10^{-9}$; 8,54
3 - $1,3 \cdot 10^{-5}$; 4,89 4 - $1,4 \cdot 10^{-8}$; 7,85

29. Ерітінділердің рН-ы:

1) 4,5; 2) 6,3; 3) 9,5; 4) 1,45 тең.

Осы ерітінділердегі H^+ және OH^- иондарының концентрациясын есептеңіз.

Ж. 1 - $3,2 \cdot 10^{-5}$; $3,1 \cdot 10^{-10}$ 2 - $5,0 \cdot 10^{-7}$; $2,0 \cdot 10^{-8}$
3 - $3,2 \cdot 10^{-10}$; $3,1 \cdot 10^{-5}$ 4 - $3,5 \cdot 10^{-2}$; $2,9 \cdot 10^{-13}$

30. Ерітінділердің рОН-ы:

1) 7,45; 2) 8,25; 3) 5,44 тең.

Осы ерітінділердегі H^+ және OH^- иондарының концентрациясы мен рН-ы қандай болады?

Ж. 1 - $2,9 \cdot 10^{-7}$; $3,5 \cdot 10^{-8}$; 6,55; 2 - $1,8 \cdot 10^{-6}$; $5,6 \cdot 10^{-9}$; 5,75;
3 - $2,8 \cdot 10^{-9}$; $3,6 \cdot 10^{-6}$; 8,56.

31. Мына қышқылдар ерітінділерінің рН-ын есептеңіз:

1) 0,050 моль/л HCl
2) 0,250 моль/л H_2SO_4
3) 0,020 моль/л HNO_3

Ж. 1 - 1,3; 2 - 0,3; 3 - 1,7.

32. Төмендегі негіздер ерітінділерінің рН есептеңіз:

1) 0,045 моль/л NaOH
2) 0,020 моль/л $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Ж. 1 - 12,65; 2 - 12,6.

33. 10,56% H_2SO_4 ерітіндісіндегі ($\rho=1,07$ г/см³) сутек-иондарының концентрациясын және оның рН-ын есептеңіз.

Ж. $\text{C}_{\text{H}^+} = 2,30$ моль/л; рН = -0,36.

34. 5,40% HCl ерітіндісіндегі ($\rho=1,025$ г/см³) сутек-иондарының концентрациясын және оның рН-ын есептеңіз.

Ж. $\text{C}_{\text{H}^+} = 1,52$ моль/л; рН = -0,18.

35. 0,743% HCl ерітіндісіндегі ($\rho=1,005 \text{ г/см}^3$) сутек-иондарының концентрациясы және оның рН-ы қандай болады?

рН=13,12

36. 0,6% NaOH ($\rho=1,005 \text{ г/см}^3$) ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.

Ж. рН=13,18

37. Төмендегі ерітінділерді:

1) 0,050 моль/л H_2SO_4

2) 0,020 моль/л HCl

3) 0,50 моль/л NaOH

10 есе сұйылтқанда, олардың рН-ы қалай өзгереді?

Ж. 1) 1-2; 2) 1,7-2,7; 3) 13,7-12,7.

38. Натрий гидроксиді ерітіндісін 1,0 л даярлау үшін м.ү. 1,94% NaOH ($\rho=1,020$) ерітіндісінен 10,0 мл алынған. Даярланған ерітіндінің рН-ы нешеге тең?

Ж. рН=11,7

39. Тұз қышқылы ерітіндісін 500,0 мл даярлау үшін м.ү. 5,41% HCl ($\rho=1,025$) ерітіндісінен 25,0 мл алынған. Даярланған ерітіндінің рН-ын есептеңіз.

Ж. рН=1,12

40. Төмендегі қышқылдар ерітінділеріндегі концентрациялық қышқылдық константалары мен ерітінділерінің рН-ын есептеп, кесте түрінде өрнектеңіз.

	қышқыл	C, моль/л	α , %	K_a	рН
1.	HNO_2	0,20	4,5		
2.	CH_3COOH	0,15	1,1		
3.	HCN	0,20	$6,0 \cdot 10^{-3}$		
4.	HAsO_2	0,20	$5,5 \cdot 10^{-3}$		

Ж. 1. $4,05 \cdot 10^{-4}$; 2,05;

2. $1,8 \cdot 10^{-5}$; 2,79;

3. $7,2 \cdot 10^{-10}$; 4,92;

4. $6,05 \cdot 10^{-10}$; 4,96.

41. Қышқылдар ерітінділеріндегі сутек-иондарының концентрациясын, олардың рН-ын және иондану дәрежесін есептеңіз.

	Қышқыл	C, моль/л	K_a	$\text{C}(\text{H}_3\text{O}^+)$	рН	α , %
1.	HCOOH	0,020	$1,8 \cdot 10^{-4}$			
2.	HBrO	0,250	$2,5 \cdot 10^{-9}$			
3.	HCNO	0,035	$3,5 \cdot 10^{-4}$			

4.	HClO	0,050	$5,0 \cdot 10^{-8}$			
5.	CH ₃ CH ₂ COOH	0,135	$1,35 \cdot 10^{-5}$			

- Ж. 1. $1,9 \cdot 10^{-3}$; 2,71; 9,5;
 2. $2,5 \cdot 10^{-3}$; 4,60; $1 \cdot 10^{-2}$;
 3. $3,5 \cdot 10^{-3}$; 2,46; 10,0;
 4. $5 \cdot 10^{-5}$; 4,3; 0,1;
 5. $1,35 \cdot 10^{-3}$; 2,87; 1,0.

42. Сірке қышқылының концентрациялары әр түрлі ерітінділеріндегі сутек иондарының концентрациясын, рН-ын және иондану дәрежесін есептеңіз

	Қышқыл	C, моль/л	K _a	C(H ₃ O ⁺)	pH	α, %
1	CH ₃ COOH	0,50	$1,74 \cdot 10^{-5}$			
2.	CH ₃ COOH	0,25	$1,74 \cdot 10^{-5}$			
3.	CH ₃ COOH	0,01	$1,74 \cdot 10^{-5}$			
4.	CH ₃ COOH	0,001	$1,74 \cdot 10^{-5}$			

- Ж. 1. $2,95 \cdot 10^{-3}$; 2,53; 5,9;
 2. $2,09 \cdot 10^{-3}$; 2,68; 8,3;
 3. $4,2 \cdot 10^{-4}$; 3,38; 4,17;
 4. $1,32 \cdot 10^{-4}$; 3,88; 13,2.

43. Негіздер ерітінділеріндегі сутек-иондарының концентрациясын, олардың рН-ын және иондану дәрежесін есептеңіз.

	негіз	C, моль/л	K _b	C(H ₃ O ⁺)	pH	α, %
1.	NH ₃ ·H ₂ O	0,180	$1,76 \cdot 10^{-5}$			
2.	C ₆ H ₅ NH ₂ +H ₂ O	0,042	$4,2 \cdot 10^{-10}$			
3	C ₅ H ₅ N+H ₂ O	0,150	$1,5 \cdot 10^{-9}$			
4.	C ₆ H ₅ NH ₂ +H ₂ O	0,150	$4,2 \cdot 10^{-10}$			

- Ж. 1. $5,6 \cdot 10^{-12}$; 11,25; 0,99;
 2. $2,4 \cdot 10^{-9}$; 8,62; 10^{-2} ;
 3. $6,7 \cdot 10^{-10}$; 9,17; 10^{-2} ;
 4. $1,3 \cdot 10^{-9}$; 8,89; $5,3 \cdot 10^{-3}$.

44. Төмендегі қышқылдар ерітінділерінің:

- 0,020 моль/л H₃PO₄;
 - 0,500 моль/л H₂CO₃;
 - 0,250 моль/л H₂TeO₃;
 - 0,250 моль/л H₂Te
- рН-ын есептеңіз

- Ж. 1) 1,91; 2) 3,32; 3) 1,59; 4) 1,62

45. Концентрациясы 5,04 г/л қымыздық қышқылы (H₂C₂O₄) ерітіндісінің рН-ы нешеге тең?

- Ж. рН=1,25

46. Концентрациясы 4,66 г/л анилин ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=8,66
47. 1,20% CH_3COOH ерітіндісінің ($\rho=1,00 \text{ г/см}^3$) рН-ын табыңыз.
Ж. рН=2,73
48. 5,25% $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ($\rho=0,976 \text{ г/см}^3$) ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=11,7
49. 9,43% H_3PO_4 ($\rho=1,05 \text{ г/см}^3$) ерітіндісінің рН-ы қандай болады?
Ж. рН=1,06
50. Сірке қышқылының қандай концентрациясында оның иондану дәрежесі 5,0% тең болады?
Ж. $7 \cdot 10^{-3}$ моль/л
51. Азотты қышқылының қандай концентрациясында оның иондану дәрежесі 3,5% тең болады?
Ж. 0,42 моль/л
52. H_2Te ерітіндісінің рН-ы 2,1 тең. Қышқыл ерітіндісінің жалпы концентрациясы нешеге тең екенін табыңыз.
Ж. 0,027 моль/л
53. HClO ерітіндісінің рН-ы 4,5 тең. Хлорлылау қышқылының жалпы концентрациясы нешеге тең?
Ж. 0,02 моль/л
54. Концентрациясы 0,050 моль/л NH_4Cl ерітіндісінің рН-ы нешеге тең екенін табыңыз.
Ж. рН=5,28
55. Концентрация 0,025 моль/л NaJO ерітіндісінің рН-ы нешеге тең?
Ж. рН=11,52
56. Концентрациясы 53,0 г/л Na_2CO_3 ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=12,01
57. Концентрациясы 0,0205 г/мл K_2SeO_3 ерітіндісінің рН-ын және гидролиздену дәрежесін анықтаңыз.
Ж. рН=10,66; $h=0,45$
58. Концентрация 0,150 моль/л аммоний цианиді ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=9,23

59. Көлемі 1,0 л ерітіндіде 6,80 г $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ерітілген. Осы ерітіндінің рН-ы нешеге тең болады?
Ж. рН=12,94
60. 5,0% Na_2CO_3 ерітіндісінің ($\rho=1,05 \text{ г/см}^3$) рН-ын есептеңіз.
Ж рН=12,01
61. Концентрациясы 0,05 моль/л KHCO_3 ерітіндісінің рН-ы нешеге тең?
Ж. рН=8,34
62. Концентрациясы 0,035 моль/л натрий гидрофосфаты ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=9,79
63. Концентрациясы 0,250 моль/л натрий дигидрофосфаты ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=4,64
64. Концентрациясы 0,10 моль/л NaHSO_3 ерітіндісінің рН-ын есептеңіз.
Ж. рН=4,49
65. Берілген ерітінділерді:
1) 0,500 моль/л HCN ;
2) 0,050 моль/л KCN
100 есе сұйылтқанда, олардың рН-ы қалай өзгереді?
Ж. 1. рН = 4,75 - 5,75; 2. 10,95 - 9,95
66. Төмендегі ерітінділерді:
1) 0,025 моль/л $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$;
2) 0,035 моль/л NH_4Cl
50 есе сұйылтқанда олардың рН-ы қалай өзгереді?
Ж. 1. рН = 10,82 - 9,97; 2. 5,35 - 6,2
67. Мына тұздар ерітінділерінің
1) 0,010 моль/л Na_2HPO_4 ;
2) 0,020 моль/л Na_2CO_3 ;
3) 0,025 моль/л NaHCO_3 ;
көлемін дистилденген сумен 10 есе көбейткенде, олардың рН-ы қалай өзгереді?
Ж. 1. рН=9,79, өзгермейді
2. рН = 11,31-10,81
3. рН = 8,32, өзгермейді

68. 0,20 моль/л CH_3COOH ерітіндісіндегі H^+ , CH_3COO^- иондарының концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } [\text{H}^+] = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л;} \\ [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

69. 0,25 моль/л HF ерітіндісіндегі H^+ , F^- иондарының концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } [\text{H}^+] = [\text{F}^-] = 0,013 \text{ моль/л}$$

70. Концентрациясы 0,20 моль/л H_2CO_3 ерітіндісіндегі H^+ , HCO_3^- және CO_3^{2-} иондарының концентрациясын табыңыз.

$$\text{Ж. } [\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-] = 3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л,} \\ [\text{CO}_3^{2-}] = 4,8 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л}$$

71. Концентрациясы 0,1 моль/л H_2S ерітіндісіндегі H^+ , HS^- , S^{2-} иондарының концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } [\text{H}^+] = [\text{HS}^-] = 9,4 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л;} \\ [\text{S}^{2-}] = 1,3 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$$

72. 0,010M NH_4OH және 0,100M NH_4Cl буфер ерітіндісінің жалпы және активті концентрацияларын пайдаланып рН-тарын есептеңіз.

$$\text{Ж. рН: } 8,24; 8,37$$

73. 0,050M CH_3COOH және 0,025M CH_3COONa буфер ерітіндісінің

1) жалпы концентрацияларын

2) активті концентрацияларын пайдаланып рН-тарын есептеңіз.

$$\text{Ж. рН: } 4,46; 4,38$$

74. Мына ерітінділерден тұратын:

1) 0,020M NaNO_2 және 0,010M HNO_2

2) 0,050M NH_4Cl және 0,020M NH_3

3) 0,025M NaBO_2 және 0,010M HBO_2

4) 0,200M Na_2CO_3 және 0,100M NaHCO_3

5) 0,050M Na_2HPO_4 және 0,05M NaH_2PO_4

6) 0,010M $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ және 0,020M $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

буфер жүйелерінің рН-ын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 1) 3,59; 2) 8,85; 3) 9,63; 4) 10,62; 5) 7,21; 6) 4,57$$

75. 1) 0,100 моль NH_3 және 0,010 моль NH_4Cl ;

2) 0,050 моль CH_3COOH және 0,010 моль CH_3COONa ;

3) 0,025 моль NH_3 және 0,010 моль $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

4) 0,010 моль NaHCO_3 және 0,020 моль Na_2CO_3 ;

тұратын көлемі 1,0 л буфер жүйелерінің рН-ын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 1) 10,25; 2) 4,06; 3) 9,3; 4) 10,62$$

76. Төмендегі ерітінділерді:

1) 20,0 мл 0,50М CH_3COOH мен 25,0 мл 0,20М CH_3COONa

2) 25,0 мл 0,02М HCOOH мен 10,0 мл 0,01М HCOONa

3) 50,0 мл 0,10М NH_3 мен 10 мл 0,20М NH_4Cl

4) 100,0 мл 0,10М HCN мен 50,0 мл 0,05М KCN

5) 10,0 мл 0,01М HNO_2 мен 20,0 мл 0,01М NaNO_2

өзара араластыру нәтижесінде түзілетін буфер жүйелерінің рН-ын есептеңіз.

Ж. 1) 4,46; 2) 3,08; 3) 4,89; 4) 8,6; 5) 3,59

77. Буфер жүйелерінің құрамы төмендегі заттардан тұрады:

1) 500,0 мл ерітіндіде 3,00 г сірке қышқылы мен 4,1 г натрий ацетаты;

2) 200,0 мл ерітіндіде 0,0280 г бензойды қышқыл мен 0,0150 г натрий бензоаты;

3) 250,0 мл ерітіндіде 0,6688 г NH_4Cl және 0,0875 г NH_4OH ;

4) 1,0 л ерітіндіде 0,920 г HCOOH және 0,840 г HCOOK ;

5) 200,0 мл ерітіндіде 0,291 г пиридин ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) және 0,693 г $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ бар.

Осы буфер жүйелерінің рН-ын есептеңіз.

Ж. 1) 4,76; 2) 3,88; 3) 5,45; 4) 3,44; 5) 9,12

78. рН-ы 10,45 $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ буфер ерітіндісін даярлау үшін C_K/C_{II} қатынасы қандай болуы керек?

Ж. 0,74

79. $\text{HBO}_2 + \text{BO}_2^-$ буфер жүйесінің рН-ы 9,2 тең ерітінді даярлау үшін қышқыл мен негіздің қатынасы қандай болуы қажет?

Ж. 1,09

80. рН-ы 9,2 тең буфер жүйелері мына заттардан тұрады:

1) NH_3 және NH_4Cl ;

2) HCN және NaCN ;

3) NaHCO_3 және Na_2CO_3 ;

4) Na_2HPO_4 және Na_3PO_4 .

Осы ерітінділердегі қосарланған қышқыл мен негіздің қатынасын есептеңіз.

Ж. 1) 0,9; 2) 0,98; 3) 13,18; 4) 1,4 10^3

81. рН-ы 4,5 тең буфер жүйелері төмендегі заттардан тұрады:

1) HCOOH мен HCOONa ;

2) CH_3COOH мен CH_3COONa ;

3) HNO_2 мен KNO_2 ;

4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ мен $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$.

Осы ерітінділердегі қосарланған қышқыл мен негіздің қатынасын есептеңіз.

Ж. 1) 0,18; 2) 1,84; 3) 0,06; 4) 1,33

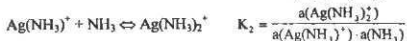
82. 500,0 мл 0,200М NH_3 және 0,400М NH_4Cl тұратын буфер ерітіндісіне 100,0 мл 0,05М KOH қосқанда ерітіндінің рН қаншалықты өзгереді?
Ж. $\Delta\text{pH}=0,03$
83. 250,0 мл 0,250М CH_3COOH және 0,500М CH_3COONa тұратын буфер ерітіндісіне 50,0 мл 0,1М HCl ерітіндісін қосқанда ерітіндінің рН қаншалықты өзгереді?
Ж. $\Delta\text{pH}=0,05$
84. Құрамында 0,010М NH_4Cl және 0,01М NH_3 бар көлемі 1,0 л буфер ерітіндісіне 10,0 мл 0,5М HCl қосқанда оның рН-ы қалай өзгереді?
Ж. 9,24 - 8,82
85. Ацетат буфер ерітіндісі 0,50М CH_3COOH және 0,4М CH_3COOK тұрады. Осы буфер ерітіндісінің 500,0 мл-не 5,0 мл 2,0М KOH ерітіндісін қосқанда, оның рН-ы қаншалықты өзгереді?
Ж. 4,66 - 4,70
86. Ацетат буфер ерітіндісінің рН-ы 5,5 тең болуы үшін 50,0 мл 0,10М CH_3COOH ерітіндісіне неше грамм натрий ацетатын қосу қажет?
Ж. 2,2531 г
87. Ерітіндінің рН-ы 4,4 тең болуы үшін 100,0 мл 0,10М HNO_2 ерітіндісіне NaNO_2 қандай массасын қосу қажет?
Ж. 8,7975 г
88. 5,0 мл 0,10М NaHCO_3 ерітіндісінің рН-ы 10,83 тең болуы үшін оған неше миллиграмм Na_2CO_3 қосу керек екенін есептеңіз.
Ж. 214,65 мг
89. 10,0 мл 0,40М NaHCO_3 ерітіндісінің рН-ы 10,72 тең болуы үшін осы ерітіндіге концентрациясы 0,30М Na_2CO_3 ерітіндісін қандай көлемін қосу қажет?
Ж. 42,17 мл
90. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісінің 2,0 мл-де 0,0002 моль $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ бар. Осы ерітіндіге 1,0 мл 0,1М NaOH қосылған. Бастанқы ерітіндінің және NaOH қосқаннан кейін түзілген ерітіндінің рН-тарын есептеңіз.
Ж. 1) $\text{pH}=1,12$; 2) $\text{pH}=1,25$
91. рН-ы 10,34 тең буфер ерітіндісін алу үшін 500,0 мл 0,137 М NH_3 ерітіндісіне неше грамм NH_4Cl қосу қажет? (Есептеулерді ерітінді көлемінің өзгеруін ескермей орындаңыз).
Ж. 0,294 г

1.6 Комплексті қосылыстар ерітінділердегі тепе-теңдік

Суда ерітін комплексті қосылыстар түзу реакциялары аналитикалық химияда маңызды орын алады.

Комплексті иондар түзілу реакциялары сатылап жүруі мүмкін, бұл жағдайда әр саты өзіне тән тепе-теңдік константасымен сипатталады.

Мысалы:



K түзілу константасы немесе тұрақтылық константасы деп аталады және β әрпімен белгіленеді.

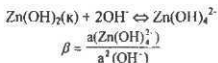
Жалпы тұрақтылық константасы төмендегі теңдікпен анықталады

$$\beta_1 \cdot \beta_2 = \frac{a(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+)}{a(\text{Ag}^+) \cdot a^2(\text{NH}_3)}$$

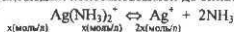
мұндағы: a - иондардың активті концентрация, моль/л.

Егерде жүйеде қатты фаза болса, онда ол тұрақтылық константа теңдеуіне жазылмайды, себебі қатты фазаның концентрациясы тұрақты, сондықтан тұрақтылық константаның мәніне кіреді.

Мысалы:



Комплексті иондар әлсіз электролиттерге ұқсас ионданады, сондықтан олар тұрақсыздық константасымен де сипатталады:



$$K_{1,2} = \frac{a(\text{Ag}^+) a^2(\text{NH}_3)}{a(\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+)} = \frac{1}{\beta_2}$$

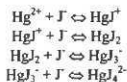
Ерітіндідегі иондардың тепе-теңдік концентрацияларын анықтау үшін комплексті ионның жалпы концентрациясын C , моль/л деп, ал тепе-теңдік концентрацияларды x деп белгілесек, онда:

$$K_{r,1} = \frac{x \cdot (2x)^2}{C - x} = \frac{1}{\beta_2}$$

Бұл теңдеуден комплексті қосылыстар ерітінділердегі иондардың тепе-теңдік концентрациясын анықтауға болады

Комплексті иондар ерітінділеріндегі металл-иондары немесе лиганд арқылы материалдық баланс теңдеуін жазуға болады

Мысалы:



Жүйедегі жалпы концентрациясы:

$$C_{\text{Hg}^{2+}} = [\text{Hg}^{2+}] + [\text{HgI}^+] + [\text{HgI}_2] + [\text{HgI}_3^-] + [\text{HgI}_4^{2-}]$$

немесе

$$C_{\text{I}^-} = [\text{I}^-] + [\text{HgI}^+] + [\text{HgI}_2] + [\text{HgI}_3^-] + [\text{HgI}_4^{2-}]$$

Тұрақтылық константаларын пайдаланып бұл теңдеулерді басқаша да өрнектеуге болады:

$$F = \frac{C_{\text{Hg}^{2+}}}{[\text{Hg}^{2+}]} = 1 + \beta_1[\text{I}^-] + \beta_1\beta_2[\text{I}^-]^2 + \beta_1\beta_2\beta_3[\text{I}^-]^3 + \beta_1\beta_2\beta_3\beta_4[\text{I}^-]^4$$

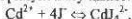
F - комплекстеу функциясы.

Бұл теңдеу қандай жағдайда комплекс түзілетіндігін анықтауға мүмкіндік береді.

22-есеп. Концентрациясы 1,0 моль/л $[\text{CdI}_4^{2-}]$ ерітіндісінде кадмий (II) және иодид-иондарының тепе-теңдік концентрацияларын есептеңіз.

Шешуі.

1. CdI_4^{2-} комплексті ионының түзілуін жазу қажет.



2. Оның түзілу константасы

$$\beta_1\beta_2\beta_3\beta_4 = \frac{[\text{CdI}_4^{2-}]}{[\text{Cd}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^4} = 1,3 \cdot 10^6$$

3. Кадмийдің тепе-теңдік концентрациясын x моль/л белгілеп:

$$[\text{Cd}^{2+}] = x \text{ моль/л} \quad [\text{I}^-] = 4x \text{ моль/л}$$

$$[\text{CdI}_4^{2-}] = (C - x) \text{ моль/л}$$

Алынған мәндерді β теңдеуіне қойып $[\text{Cd}^{2+}]$ мен $[\text{I}^-]$ есептейді:

$$1,3 \cdot 10^6 = \frac{(C - x)}{x \cdot (4x)^4} = \frac{C - x}{256 \cdot x^5}$$

4. Тұрақты комплексстердің $C \gg x$

$$\text{Сондықтан} \quad 1,3 \cdot 10^6 = \frac{C}{256 \cdot x^5} = \frac{1,0}{256 \cdot x^5}$$

$$1,3 \cdot 10^6 \cdot 256 \cdot x^5 = 1$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{1}{1,3 \cdot 10^6 \cdot 256}} = \sqrt[5]{3,0 \cdot 10^{-9}} = \sqrt[5]{30 \cdot 10^{-10}} = 1,97 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

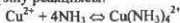
$$[\text{Cd}^{2+}] = 0,0197 \text{ моль/л}$$

$$[\text{I}^-] = 0,0788 \text{ моль/л}$$

23-есеп. Аммиак ерітіндісінің артық мөлшеріндегі $(\text{C}(\text{NH}_3) = 1,0$ моль/л) мыс (II) аммиакатының Cu^{2+} -иондарының тепе-теңдік

концентрациясын есептеңіз. Бұл ерітіндіде $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]$ 1,0 моль/л тең.

Шешуі. Комплекс түзілу реакциясы:



оның тұрақтылық константасы:

$$\beta_{4.4} = \frac{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^4}$$

Тепе-теңдік концентрациялары.

$$[\text{Cu}^{2+}] = x \text{ моль/л} \quad [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}] = (C-x) \text{ моль/л}$$

$$[\text{NH}_3] = (4x + 1) \text{ моль/л}$$

Алынған мәндерді тұрақтылық константасының теңдігіне қою кажет:

$$\beta_{4.4} = \frac{(C-x)}{x(4x+1)^4}$$

Комплекстің тұрақтылығы жоғары болғандықтан:

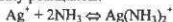
$C \gg x$ және $1 \gg 4x$, сонда:

$$\beta_{4.4} = \frac{C}{x \cdot 1^4}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = x = \frac{C}{\beta_{4.4}} = \frac{1}{1,08 \cdot 10^{12}} = 0,9 \cdot 10^{-12} = 9 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л.}$$

24-есеп. 1,0 л ерітіндіде 0,1 моль AgNO_3 және 2,0 моль NH_3 бар. Осы ерітіндіде $[\text{Ag}^+]$ - тепе-теңдік концентрациясы нешеге тең?

Шешуі. Комплекс түзілу реакциясы:



Оның түзілу константасы:

$$\beta_{1.2} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+] [\text{NH}_3]^2}$$

Лигандтың артық молшерінде күміс-иондары толық комплекс түзеді деп есептеуге болады, сондықтан.

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = C_{\text{Ag}^+} = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$[\text{NH}_3] = C_{\text{NH}_3} - 2C_{\text{Ag}^+} = 2 - 2 \cdot 0,1 = 1,8 \text{ моль/л.}$$

Күмістің тепе-теңдік концентрациясын төмендегі теңдіктен анықтауға болады:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{\beta_{1.2} [\text{NH}_3]^2} = \frac{C_{\text{Ag}^+}}{\beta_{1.2} (C_{\text{NH}_3} - 2C_{\text{Ag}^+})^2} = \frac{0,1}{1,38 \cdot 10^7 \cdot (1,8)^2} = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

Бос күміс иондарының концентрациясы 10^{-6} моль/л төмен, сондықтан бұл ерітіндіде Ag^+ сандық жағынан толық комплекс түзеді.

Бұл есепті комплекс түзу функциясы арқылы да шешуге болады. Ерітіндіде төмендегі материалдық баланс орын алады:

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

немесе

$$F = \frac{C_{Ag^+}}{[Ag^+]} = 1 + \beta_1[NH_3] + \beta_1\beta_2[NH_3]^2$$

$$\frac{0,1}{[Ag^+]} = 1 + 2,0 \cdot 10^3 \cdot 1,8 + 1,38 \cdot 10^7 (1,8)^2$$

$$\frac{0,1}{1,38 \cdot 10^7 \cdot (1,8)^2} = [Ag^+] = 2,210^{-9} \text{ моль/л.}$$

25-есеп. 1,0M NH_4Cl ерітіндінің $pH=9,5$ тең. Осы жүйеде 0,1M $AgNO_3$ ерітіндісі аммиакатты комплекс түзе ме?

Шешуі. 1. NH_4^+ қышқыл сондықтан оның $[NH_3]$ тепе-теңдік концентрациясы ерітіндінің pH -на тәуелді, яғни:



$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [NH_3]}{[NH_4^+]}$$

немесе

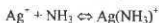
$$\frac{C(NH_4^+)}{[NH_3]} = 1 + \frac{[H_3O^+]}{K_a}$$

$$K_a = K_w/K_b = 1 \cdot 10^{-14}/1,76 \cdot 10^{-5} = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

$$\frac{1}{[NH_3]} = 1 + \frac{3,2 \cdot 10^{-10}}{5,7 \cdot 10^{-10}} = 1,56$$

$$[NH_3] = \frac{1}{1,56} = 0,64 \text{ моль/л}$$

2. Күміс аммиакатты түзілуі төмендегі теңдеулермен анықталады:



металл-ионы бойынша материалдық баланс:

$$\frac{C_{Ag^+}}{[Ag^+]} = 1 + \beta_1[NH_3] + \beta_1\beta_2[NH_3]^2$$

Алдында алынған сандарды комплекс түзілу функциясына қойып, $[Ag^+]$ есептейді:

$$\frac{0,1}{[Ag^+]} = 1 + 2,0 \cdot 10^3 \cdot 0,64 + 2,0 \cdot 10^3 \cdot 6,9 \cdot 10^3 (0,64)^2$$

$$\frac{0,1}{[Ag^+]} = 1 + 1,28 \cdot 10^3 + 5,65 \cdot 10^6$$

$$\frac{0,1}{[Ag^+]} \approx 5,65 \cdot 10^6$$

$$\frac{0,1}{5,65 \cdot 10^6} = [Ag^+] \quad [Ag^+] = 1,8 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л.}$$

Күміс иондары ерітіндіде толық комплексті қосылыс күйінде болады

ЕСЕПТЕР

1. Мына комплексті тұздардың су ерітінділеріндегі иондануын жазыңыз:

- 1) $K[Ag(CN)_2]$.
- 2) $K_2[HgJ_4]$.
- 3) $K_2[Ni(CN)_4]$.
- 4) $K_4[Fe(CN)_6]$.
- 5) $[Co(NH_3)_6](NO_3)_3$.

2. Төмендегі реакцияларға:

- 1) $Al(OH)_3(^{\circ}) + OH^- \Leftrightarrow Al(OH)_4^-$;
- 2) $Pb(OH)_2(^{\circ}) + 2OH^- \Leftrightarrow Pb(OH)_4^{2-}$;
- 3) $AgBr(^{\circ}) + Br^- \Leftrightarrow AgBr_2^-$;
 $AgBr_2^- + Br^- \Leftrightarrow AgBR_3^{2-}$;
- 4) $PbJ_2(^{\circ}) + J^- \Leftrightarrow PbJ_3^-$;
 $PbJ_3^- + J^- \Leftrightarrow PbJ_4^{2-}$

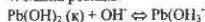
сәйкес комплекс түзу константаларын жазыңыз.

3. Төмендегі келтірілген комплексті иондар ерітінділерде:

- 1) $Ag(SCN)_2^-$
- 2) $[HgCl_4]^{2-}$
- 3) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

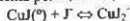
катион және лиганд бойынша материалдық баланс теңдеулерін жазыңыз.

4. Мына реакция



бойынша $Pb(OH)_3^-$ түзілу константасы $K=5 \cdot 10^{-2}$ тең. $Pb(OH)_3^-$ иондарының концентрациясын 1) 0,001M NaOH 2) 0,100M NaOH ерітінділерінде есептеңіз.

5. Мына реакцияның



тепе-теңдік константасы $8 \cdot 10^{-4}$ тең. CuJ -тың қанық ерітіндісінің төмендегі жағдайда:

- 1) 0,001M KJ
- 2) 0,01M KJ
- 3) 0,1 KJ

CuJ_2^- концентрациясын есептеңіз.

6. 1,00M $Fe(SO_4)_2^-$ комплексті ион ерітіндісіне темір(III) және сульфат-иондарының теңе-теңдік концентрацияларын есептеңіз.

Ж. 0,01 моль/л; 0,02 моль/л

7. Концентрациясы $2,0\text{M}$ $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ комплексті ион ерітіндісінде мырыш және аммиактың тепе-теңдік концентрациялары қандай болады?
Ж. $5,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $2,3 \cdot 10^{-2}$ моль/л
8. $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ комплексті ионының $1,0\text{M}$ ерітіндісінде күміс-ионының тепе-теңдік концентрациясы $0,0025$ моль/л, ал аммиактың тепе-теңдік концентрация $0,0049$ моль/л тең. Комплексті ионның жалпы тұрақтылық константасын есептеңіз.
Ж. $\beta_{1,2} = 1,7 \cdot 10^7$
9. $\text{Fe}(\text{SCN})_2^-$ комплексті ионының $0,1\text{M}$ ерітіндісінде $[\text{Fe}^{3+}] = 0,021$ моль/л, ал $[\text{SCN}^-] = 0,042$ моль/л тең. Осы ерітіндіде комплекстің тұрақтылық константасын есептеңіз
Ж. $\beta_{1,2} = 2,7 \cdot 10^3$
10. $0,10\text{M}$ $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ және $0,10\text{M}$ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ерітінділері берілген. Қай ерітіндіде Ag^+ -иондарының концентрациясы жоғары болады?
Ж. $6,3 \cdot 10^{-8}$ моль/л; $1,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л
11. $0,10\text{M}$ $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ және $0,10\text{M}$ $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ерітінділері берілген. Қай ерітіндіде Cd^{2+} -иондарының концентрациясы аз болады?
Ж. $3,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л
12. $1,0$ л ерітіндіге $0,1$ моль CuSO_4 және $2,5$ моль NH_3 қосылған. Осы ерітіндіде бос Cu^{2+} иондарының концентрациясы нешеге тең?
Ж. $4,8 \cdot 10^{-15}$ моль/л
13. Ерітіндіде $0,05$ моль/л $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ және $0,5$ моль/л NaCl араластырылған. Ерітіндіде Hg^{2+} -иондарының концентрациясын есептеңіз
Ж. $3,8 \cdot 10^{-15}$ моль/л
14. Көлемдері $1,0$ л ерітінділерде $0,1$ моль CdSO_4 және $1,0$ моль NH_3 ерітілген, дәл осындай көлемде $0,2$ моль CdSO_4 және $1,0$ моль KJ ерітілген. Қай ерітіндіде Cd^{2+} -иондарының концентрациясы жоғары?
Ж. $2,1 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $9,6 \cdot 10^{-5}$ моль/л
15. $1,0\text{M}$ NH_4NO_3 $\text{pH} = 6,5$ ерітіндісіне концентрациясы $0,01\text{M}$ AgNO_3 ерітіндісі қосылған. Осы ерітіндідегі Ag^+ -иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.
Ж. $2,1 \cdot 10^{-4}$ моль/л

16. 0,1M NH_4Cl $\text{pH}=9,2$ ерітіндісіне концентрациясы 0,01M AgNO_3 ерітіндісі қосылған. Осы ерітіндідегі Ag^+ иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } [\text{Ag}^+] = 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л}$$

17. 0,1M $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ $\text{pH}=3,0$ ерітіндісіне концентрациясы 0,01M AgNO_3 ерітіндісі қосылған. Осы ерітіндідегі Ag^+ -иондарының концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 0,01 \text{ моль/л}$$

18. Концентрациясы 0,50 моль/л ZnSO_4 ерітіндісіне 1,0M NH_4Cl ($\text{pH}=9,24$) қосылған жағдайда мырыштың тепе-теңдік концентрациясы қандай болады?

$$\text{Ж. } 7 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

19. Концентрациясы 0,01M $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісіне 0,10M KCN $\text{pH}=2,21$ ерітіндісі қосылған. Ерітіндідегі Hg^{2+} -иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } [\text{Hg}^{2+}] = 2 \cdot 10^{-21} \text{ моль/л}$$

20. Концентрациясы 0,01M CdSO_4 ерітіндісіне 0,10M KCN $\text{pH}=2,21$ ерітіндісі қосылған. Ерітіндідегі Cd^{2+} -иондарының тепе-теңдік концентрациясын есептеп, қорытынды жасаңыз.

$$\text{Ж. } [\text{Cd}^{2+}] = 0,01 \text{ моль/л}$$

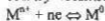
21. 0,01M AgNO_3 1,0M NH_4Cl ерітіндісінде комплексті қосылым түзу үшін, ерітіндінің pH -ы нешеге тең болуы қажет екенін табыңыз.

$$\text{Ж. } \text{pH} = 7,68$$

1.7. Тотығу-тотықсыздану реакциялары

Тотығу-тотықсыздану реакцияларын сан жағынан сипаттау үшін тепе-теңдік константасымен қатар тотығу-тотықсыздану потенциалының шамасыда пайдаланылады.

Мысалы, аттас иондары бар ерітіндіге металл тілігі батырылатын болса, онда бұл жүйеде мынадай тотығу-тотықсыздану реакция жүреді:



Тепе-теңдік орнаған жағдайда осы жүйенің потенциалы Нерст теңдеуімен анықталады

$$E \approx E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a(\text{M}^{n+})$$

немесе

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} 2,3 \lg a(\text{M}^{n+})$$

E^0 - стандартты потенциал, В; $a(\text{M}^{n+}) = 1,0$ моль/л тең болған жағдайдағы жүйенің потенциалы

R - газ тұрақтысы, 8,314 Дж/град моль;

T = (273+t)K

n - тотығу-тотықсыздану реакциясына қатысатын электрон саны;

F - Фарадей саны, 96500 к;

Температура 25° болған жағдайда

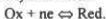
$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg a(M^{n+}).$$

Бірақ, іс жүзінде көбіне тотығу-тотықсыздану жүйелері күрделі болады.

Мысалы:



Жалпы түрде оны былай жазуға болады:



Бұл тотыққан-тотықсызданған жұптың потенциалы Нернст-Петерс теңдеуімен анықталады, яғни:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a(\text{Ox})}{a(\text{Red})}.$$

a = f C тең болғандықтан, бұл теңдеуді былай да өрнектеуге болады

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{f_{\text{Ox}}}{f_{\text{Red}}} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{C(\text{Ox})}{C(\text{Red})}$$

C(Ox) C(Red) 1,0 моль/л тең болған жағдайда жүйе потенциалы.

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{f_{\text{Ox}}}{f_{\text{Red}}} = E^{01}$$

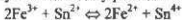
E⁰¹ реалдық стандартты потенциал. В. Ол ерітіндінің иондық күшіне тәуелді.

Тотығу-тотықсыздану реакцияның жүру бағыты жүйенің электр қозғауыш күшінің таңбасымен анықталады.

$$\text{ЭҚК} = E_{\text{ox}}^0 - E_{\text{red}}^0$$

ЭҚК > 0 тура реакция жүреді, ал ЭҚК < 0 болса, реакция кері бағытта жүреді.

26-есеп. Мына тотығу-тотықсыздану реакцияның:



стандартты жағдайда ЭҚК есептеп реакцияның бағытын анықтаңыз.

Шешуі. Жүйеде тотыққан-тотықсызданған екі жұп бар:



Сонда, ЭҚК = E⁰_{Ox} - E⁰_{Red}.

яғни ЭҚК = E⁰_{Fe³⁺/Fe²⁺} - E⁰_{Sn⁴⁺/Sn²⁺} = 0,77 - 0,15 = 0,62В.

ΔE > 0,62В сондықтан тура реакция жүреді.

27-есеп. Берілген тотығу-тотықсыздану



реакциясына қатысатын иондардың концентрациясы: $a(\text{Fe}^{3+}) = 0,01$ моль/л; $a(\text{Ce}^{4+}) = 0,1$ моль/л; $a(\text{Fe}^{2+}) = a(\text{Ce}^{3+}) = 0,001$ моль/л тең болған жағдайда реакция қай бағытта жүреді?

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77\text{В.} \quad E^{\circ}_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} = 1,41\text{В.}$$

Шешуі. Алдымен $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ жұбының тотығу-тотықсыздану потенциалын анықтап алу керек

$$E = E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + 0,059 \lg \frac{a(\text{Fe}^{3+})}{a(\text{Fe}^{2+})} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{0,01}{0,001} = 0,77 + 0,059 = 0,829\text{В.}$$

Содан кейін $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ жұбының тотығу-тотықсыздану потенциалын табады:

$$E = E^{\circ}_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} + 0,059 \lg \frac{0,1}{0,001} = 1,41 + 0,059 \lg 10^2 = 1,41 + 2 \cdot 0,059 = 1,528\text{В.}$$

$1,528\text{В} > 0,829\text{В}$, сондықтан реакция оңнан солға қарай жүреді

$$\Delta E = E^{\circ}_{\text{ок}} - E^{\circ}_{\text{ред}} = 1,528 - 0,829 = 0,699\text{В.}$$

Тотығу-тотықсыздану реакцияның аяғына дейін жүруін және оның бағытын ЭҚК мен қатар тепе-теңдік константаның шамасымен де сипаттайды.

Тепе-теңдік константасы $K_{т.т} > 1$ жоғары болса, тура реакция жүреді. Ал оның шамасы $K < 10^8$ тең немесе одан жоғары болса, реакция аяғына дейін жүреді.

28-есеп. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакцияның:



тепе-теңдік константасын есептеңіз.

Шешуі. Реакцияның тепе-теңдік константасы:

$$K = \frac{[\text{Fe}^{2+}]^2 \cdot [\text{I}_3^-]}{[\text{Fe}^{3+}]^2 \cdot [\text{I}^-]^3}$$

Бұл жүйеде тотыққан-тотықсызданған екі жұп бар.



Әрбір жұптың тотығу-тотықсыздану потенциалы төмендегі теңдіктермен анықталады:

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + 0,059 \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$$

$$E_{\text{I}_3^-/3\text{I}^-} = E^{\circ}_{\text{I}_3^-/3\text{I}^-} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{I}_3^-]}{[\text{I}^-]^3}$$

Тепе-теңдік орналғанда екі жұптың потенциал шамалары бір-біріне тең болады:

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + 0,059 \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = E^{\circ}_{\text{I}_3^-/3\text{I}^-} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{I}_3^-]}{[\text{I}^-]^3}$$

Теңдікті шешіп, тепе-теңдіктің константасын анықтауға болады:

$$2(E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^{\circ} - E_{\text{J}_2/3\text{I}^-}^{\circ}) = 0,059 \lg \frac{[\text{J}_2] \cdot [\text{Fe}^{2+}]^2}{[\text{J}^-]^3 \cdot [\text{Fe}^{3+}]^2}$$

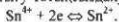
$$\lg K = \frac{2(E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^{\circ} - E_{\text{J}_2/3\text{I}^-}^{\circ})}{0,059} = \frac{2 \cdot (0,77 - 0,545)}{0,059} = 7,63$$

$$K = 4,3 \cdot 10^7$$

Тотыққан-тотықсызданған жұптардың потенциал шамалары түрлі жағдайларға байланысты болады. Мысалы, иондардың концентрациясы мен ерітіндінің иондық күшіне.

29-есеп. Тотыққан-тотықсызданған $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ жұбының концентрацияларының қатынасы 1:1 және ерітіндінің иондық күші 0,05 тең болған жағдайда осы жұптың реалдық стандартты потенциалын есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде мына тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді:



оның потенциалы:

$$E = E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{a(\text{Sn}^{4+})}{a(\text{Sn}^{2+})} = E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{f(\text{Sn}^{4+})}{f(\text{Sn}^{2+})} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{C(\text{Sn}^{4+})}{C(\text{Sn}^{2+})}$$

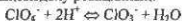
Кестеден $f(\text{Sn}^{4+}) = 0,1$ ж, ие $f(\text{Sn}^{2+}) = 0,485$ тең екенін табамыз.

Сонда:

$$E = 0,15 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{0,1}{0,485} = 0,13\text{В}$$

Егер тотығу-тотықсыздану реакциясында иондардың бір түрі екінші түрге ауысқанда су молекулалары немесе сутек, гидроксид иондары қатынасатын болса, оларды да иондардың тотыққан не тотықсызданған түрлеріне қосып жазады. Бұл жағдайда тотыққан-тотықсызданған жұптың реалдық потенциалы ерітіндінің рН-на тәуелді болады.

30-есеп. Тотығу-тотықсыздану реакцияның:



сутек иондарының концентрациясы 0,01 моль/л, $[\text{ClO}_4^-]/[\text{ClO}_3^-]$ 1/1 тең болғанда осы жұптың потенциалын есептеңіз.

Шешуі. Жартылай тотығу-тотықсыздану реакциясының потенциалы төмендегі теңдікпен анықталады:

$$E = E_{\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{ClO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{ClO}_3^-]}$$

немесе

$$E = E_{\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-}^{\circ} + \frac{0,059}{2} \lg [\text{H}^+]^2 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{ClO}_4^-]}{[\text{ClO}_3^-]}$$

$$E = 1,19 + \frac{0,059}{2} \cdot 2 \cdot \lg [\text{H}^+] = 1,19 + 0,059 \lg 10^{-3} = 1,19 + 0,059 \cdot (-2) = 1,072\text{В}.$$

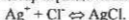
Кейбір жағдайда ионның тотыққан не тотықсызданған түрі жүйеде белгілі бір ионмен суда нашар еритін қосылыс түзуі мүмкін. Онда жүйе потенциалы суда нашар еритін қосылыстың ерігіштік константасы мен тұндырғыш анионның концентрациясына тәуелді болады.

31-есеп. $\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$ жүйесінің 1,0М NaCl ерітіндідегі потенциалын есептеңіз.

Шешуі. Есептің мазмұны бойынша берілген тотығу-тотықсыздану реакцияның потенциалы төмендегі теңдеуімен анықталады:

$$E = E^{01} + 0,059 \lg[\text{Ag}^+]$$

Көрсетілген реакциямен қатар жүйеде мына реакция да жүреді:



Оның ерігіштік константасы:

$$K_s^c = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Сондықтан $[\text{Ag}^+] = \frac{K_s^c}{[\text{Cl}^-]}$

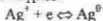
Енді осы теңдікті потенциал теңдігіне қойғанда:

$$E = E^{01} + 0,059 \lg \frac{K_s^c}{[\text{Cl}^-]} = E^{01} + 0,059 \lg K_s^c - 0,059 \lg [\text{Cl}^-]$$

$$E = 0,800 + 0,059 \lg 1,82 \cdot 10^{-10} - 0,059 \lg 0,1 = 0,284 \text{В.}$$

32-есеп. AgJ/Ag және Ag^+/Ag жүйелерінің стандартты потенциалдарының шамалары арқылы AgJ ерігіштік константасын есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде екі реакция жүреді:



Бұл жүйелердің тотығу-тотықсыздану потенциалдары:

$$E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = -0,152 \text{В} \text{ және } E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}^0} = +0,799 \text{В}$$

Сонда

$$E^0_{\text{AgJ}/\text{Ag}} = E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} + 0,059 \lg K_s^0(\text{AgJ}).$$

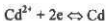
$$-0,152 = 0,799 + 0,059 \lg K_s^0(\text{AgJ})$$

$$\lg K_s^c = \frac{-0,152 - 0,799}{0,059} = -16,12.$$

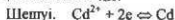
$$K_s^0 = 7,6 \cdot 10^{-17}.$$

Иондардың тотыққан не тотықсызданған түрлері жүйеде комплексті қосылыстар түзуі мүмкін. Бұл кезде жүйе потенциалы осы қосылыстардың тұрақтылық константалары мен ерітіндідегі иондардың тепе-теңдік концентрацияларына тәуелді болады.

33-есеп. 0,05 моль/л CdSO_4 және 1,2 моль/л NH_3 ерітінділер қоспасындағы мына жүйенің:



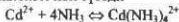
потенциалын есептеңіз.



жүйесінің потенциалы Нернст теңдеуімен анықталады:

$$E = E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Cd}^{2+}]$$

Cd^{2+} иондары NH_3 -пен комплексті ион түзеді:



оның тұрақтылық константасы:

$$\beta_{1-4} = \frac{[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}{[\text{Cd}^{2+}][\text{NH}_3]^4} \quad [\text{Cd}^{2+}] = \frac{[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}{\beta_{1-4}[\text{NH}_3]^4}$$

аммиак артығымен берілген болғандықтан:

$$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}] = 0,05 \text{ моль/л;}$$

$$[\text{NH}_3] = 1,2 - 0,05 \cdot 4 = 1,0 \text{ моль/л}$$

Комплексті жүйеде кадмийдің потенциалы төмендегі теңдеуімен анықталады

$$E = E_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{\beta_{1-4}} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}{[\text{NH}_3]^4}$$

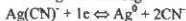
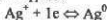
немесе

$$E = -0,402 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{1}{3,6 \cdot 10^6} + \frac{0,059}{2} \lg \frac{0,05}{1^4} = -0,634 \text{ В}$$

$$E = -0,634 \text{ В.}$$

34-есеп. $\text{Ag}(\text{CN})_2^-/\text{Ag}$ және Ag^+/Ag жүйелерінің стандартты потенциалдар мәндерін пайдаланып $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ -комплексті қосылыстың тұрақтылық константаларын анықтаңыз.

Шешуі. Жүйеде екі реакция жүреді:



комплекс түзілген жағдайда жүйе потенциалы мына теңдеуімен анықталады:

$$E_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-/\text{Ag}}^0 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 + 0,059 \lg \frac{1}{\beta_{1-4}}$$

Бұл жүйелердің тотығу-тотықсыздану потенциалдары:

$$E_{\text{Ag}(\text{CN})_2^-/\text{Ag}}^0 = -0,29 \text{ В} \quad \text{және} \quad E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 = 0,799 \text{ В.}$$

Сонда:

$$-0,29 = 0,799 - 0,059 \lg \beta_{1-4}$$

$$0,059 \lg \beta_{1-4} = 0,799 + 0,29$$

$$\lg \beta_{1-4} = \frac{1,089}{0,059} \approx 18,46.$$

$$\beta_{1-4} = 2,9 \cdot 10^{18}.$$

ЕСЕПТЕР

1. Берілген тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіріңіз.

- 1) $\text{MnO}_4^- + \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{S} + \text{OH}^-$.
- 2) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.
- 3) $\text{Mn}^{2+} + \text{PbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 4) $\text{Mn}^{2+} + \text{NaBiO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Bi}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 5) $\text{MnO}_4^- + \text{J}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{J}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 6) $\text{MnO}_4^- + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
- 7) $\text{MnO}_4^- + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+$.
- 8) $\text{MnO}_4^- + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 9) $\text{MnO}_4^- + \text{J}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{JO}_3^- + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 10) $\text{MnO}_4^- + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 11) $\text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$.
- 12) $\text{Cr}^{3+} + \text{Br}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Br}^- + \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.
- 13) $\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.
- 14) $\text{Cr}^{3+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$.
- 15) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{S}^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$.
- 16) $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 17) $\text{NiS} + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow$
- 18) $\text{CoS} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
- 19) $\text{Ag}_2\text{S} + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
- 20) $\text{HgS} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}^{2+} + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
- 21) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{S} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$.
- 22) $\text{Bi}^{3+} + \text{SnO}_2^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Bi} \downarrow + \text{SnO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.
- 23) $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 24) $\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 25) $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 26) $\text{AsO}_4^{3-} + \text{J}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{AsO}_3^{3-} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 27) $\text{AsO}_2^- + \text{Zn} + \text{H}^+ \rightarrow \text{AsH}_3 \uparrow + \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.
- 28) $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HSbO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 29) $\text{SnS}_2 + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

- 30) $J_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HJO_3 + Cl^- + H^+$
 31) $J^- + NO_2^- + H^+ \rightarrow J_2 + NO + H_2O$
 32) $J_2 + SO_3^{2-} + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + J^- + H^+$
 33) $S_2O_3^{2-} + Cl_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Cl^- + H^+$
 34) $NO_3^- + Zn + OH^- + H_2O \rightarrow NH_3 + Zn(OH)_4^{2-}$
 35) $NO_2^- + MnO_4^- + H^+ \rightarrow NO_3^- + Mn^{2+} + H_2O$

2. Қышқылдық ортада натрий нитритімен мына заттарды

1. $Zn^{2+} \rightarrow Zn$
2. $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$
3. $ClO_3^- \rightarrow Cl^-$
4. $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+}$
5. $SO_4^{2-} \rightarrow S$

тотықсыздандыруға бола ма? Жауабыңызды дәлелдеңіз

3. Қышқылдық ортада коргасын (IV) оксидімен төмендегі заттарды:

1. $2J^- \rightarrow J_2$
2. $Mn^{2+} \rightarrow MnO_4^-$
3. $2Cl^- \rightarrow Cl_2$
4. $NO_2^- \rightarrow NO_3^-$
5. $Sn^{4+} \rightarrow Sn^{2+}$

тотықтыруға бола ма? Жауабыңызды дәлелдеңіз.

4. Сілтілік ортада калий перманганатымен мына заттарды:

1. $S^{2-} \rightarrow S^0$
2. $J_2 \rightarrow JO_3^-$
3. $Br_2 \rightarrow BrO^-$
4. $Co^{2+} \rightarrow Co(OH)_3$
5. $NH_2OH \rightarrow N_2$

тотықтыруға бола ма? Жауабыңызды дәлелдеңіз.

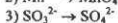
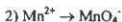
5. Тотыққан-тотықсызданған жұптардың потенциал шамаларына ерітіндінің қышқылдығы қалай әсер етеді?

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1) NO_3^-/NO | 2) NO_2^-/NO |
| 3) AsO_4^{3-}/AsO_2^- | 4) $Cr(OH)_3/Cr$ |
| 5) Fe^{3+}/Fe^{2+} | 6) ClO^-/Cl^- |
| 7) Cu^{2+}/Cu^+ | 8) $J_3^-/3J^-$ |

6. Стандартты жағдайда $Fe(III)$ -иондарымен иодид және бромид-иондарын тотықсыздандыруға бола ма? Жауабыңызды дәлелдеңіз

7. Калий дихроматы ерітіндісімен төмендегі тотығу реакциялары:

- 1) $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$



қышкылдық ортада жүргізуге бола ма? Жауабыңызды дәлелденіз.

8. Стандартты жағдайда

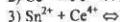
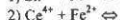
1) церий (IV) иондары мен хлорид-иондарын;

2) сутек пероксиді мен кобальт (II)-иондарын;

3) сутек пероксиді мен темір (II)-иондарын;

тотықтыруға бола ма? Жауабыңызды дәлелденіз

9. Мына тотығу-тотықсыздану реакцияларын:



ионды-электронды баланс әдісімен теңестіріп, олардың эквимольдік концентрациялары қатынаса әрекеттескендегі тепе-теңдік константаларын есептеңіз.

Ж. 1) $1,05 \cdot 10^{21}$ 2) $2,3 \cdot 10^{11}$ 3) $5,3 \cdot 10^{43}$
 4) $4,9 \cdot 10^{71}$ 5) $8,9 \cdot 10^{56}$.

10. $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ иондарының қатынасы

1) 1000 : 1.

2) 100 : 1.

3) 1 : 1.

болған жағдайлардағы жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз

Ж. 1 - 0,239В; 2 - 0,209В; 3 - 0,15В.

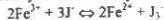
11. Тотыққан-тотықсызданған $\text{NO}_3^-/\text{HNO}_2$ жұбының концентрацияларының қатынасы:

1) 1 : 1 2) 1 : 100 3) 1 : 1000

және $[\text{H}^+] = 1,0$ моль/л тең болған жағдайлардағы осы жұптың тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

Ж. 1) 0,94В 2) 0,881В 3) 0,852В

12. Тотығу-тотықсыздану



реакциясына қатысатын иондардың активтік концентрациялары:

1) $a(\text{Fe}^{3+})=a(\text{Fe}^{2+})=1,0$ моль/л; $a(\text{I}_3^-)=a(\text{I}^-)=1,0$ моль/л.

2) $a(\text{Fe}^{2+})=0,1$ моль/л, $a(\text{Fe}^{3+})=0,001$ моль/л $a(\text{I}_3^-)=0,001$ моль/л.

3) $a(\text{I}^-)=0,10$ моль/л; $a(\text{I}_3^-)=0,01$ моль/л; $a(\text{Fe}^{2+})=0,10$ моль/л; $a(\text{Fe}^{3+})=0,01$ моль/л

тең болған жағдайда реакция қай бағытта жүреді?

Ж. 1) $\Delta E = 0,225B > 0$

2) $\Delta E = -0,07 < 0$

3) $\Delta E = 0,195 > 0$

13. Концентрациясы 0,04 моль/л SnCl_4 ерітіндісінің 30,0 мл-не концентрациясы 0,02 моль/л SnCl_2 ерітіндісінің 20,0 мл қосылған Түзілген жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

Ж. 0,164В

14. 0,02 моль/л H_3AsO_4 ерітіндісінің 50,0 мл мен 0,04 моль/л H_3AsO_3 50,0 мл ерітінділері араластырылған. Ерітіндінің $\text{pH}=1$ тең болғанда жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалы нешеге тең болады?

Ж. 0,491В

15. Тотыққан-тотықсызданған $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ жұбының концентрацияларының қатынасы 1:10 және ерітіндінің иондық күші:

1) 0,0025 2) 0,025 3) 0,1

болған жағдайдағы осы жұптың реалдық тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

Ж. 1) 1,372В; 2) 1,362В; 3) 1,355В

16. Тотыққан-тотықсызданған жұбының $\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-$ концентрацияларының қатынасы 1:1, $[\text{H}^+]=0,1$ моль/л және ерітіндінің иондық күші:

1) 0,0005 2) 0,005 3) 0,05

болған жағдайлардағы осы жұптың реалдық тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

Ж. 1) 1,130В; 2) 1,129В; 3) 1,127В.

17. Тотыққан-тотықсызданған $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$ жұбының қатынасы нешеге тең болғанда оның потенциалы 1,78 болады?

Ж. 1:10

18. Тотыққан-тотықсызданған $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ жұбының қатынасы нешеге тең болған да оның потенциалы 0,847 болады?

Ж. 20:1

19. Концентрациялары 0,10 моль/л KMnO_4 және 0,40 моль/л MnSO_4 ерітінділері 5:1 қатынаста араластырылған. Жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалы 1,14 тең болуы үшін алынған ерітіндінің pH -ы нешеге тең болуы қажет?

Ж. $\text{pH}=3,93$

20. Тотыққан-тотықсызданған $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ жұбының концентрациялары мен ерітіндінің иондық күші мына сандарға тең болған жағдайларда:

1) $[Fe^{3+}] = 0,10$ моль/л; $[Fe^{2+}] = 0,01$ моль/л; $J = 0,001$;

2) $[Fe^{3+}] = 0,01$ моль/л; $[Fe^{2+}] = 0,10$ моль/л; $J = 0,01$;

3) $[Fe^{3+}] = 0,001$ моль/л; $[Fe^{2+}] = 0,10$ моль/л; $J = 0,1$

осы тотығу-тотықсыздану жүйесінің реалдық потенциалын есептеңіз.

Ж. 1) 0,825В; 2) 0,700В; 3) 0,631В

21. Тотыққан-тотықсызданған $S_4O_6^{2-}/2S_2O_3^{2-}$ жұбының реалдық потенциалын мына жағдайларда:

1) $[S_4O_6^{2-}] = 0,01$ моль/л; $[S_2O_3^{2-}] = 0,10$ моль/л; $J = 0,0005$;

2) $[S_4O_6^{2-}] = 0,10$ моль/л; $[S_2O_3^{2-}] = 0,01$ моль/л; $J = 0,0005$;

3) $[S_4O_6^{2-}] = 0,01$ моль/л; $[S_2O_3^{2-}] = 0,10$ моль/л; $J = 0,05$

есептеңіз.

Ж 1) 0,150В; 2) 0,190В; 3) 0,100В.

22. MnO_4^-/Mn^{2+} иондарының қатынасы 1:10 және ерітіндінің рН-ы:

1) 0, 2) 1, 3) 5,

тең жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалдарын есептеңіз.

Ж. 1) 1,498В; 2) 1,486В; 3) 1,439В.

23. $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$ иондарының қатынасы 10:1 және H^+ -иондарының концентрациясы:

1) 10^{-5} моль/л;

2) $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л;

3) $5 \cdot 10^{-6}$ моль/л

тең жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалдарын есептеңіз.

Ж. 1) 0,652В; 2) 0,968; 3) 0,610В.

24. Тотығу-тотықсыздану жүйелерінің берілген жағдайлардағы:

1) $[MnO_4^-] = 0,10$ моль/л, $[Mn^{2+}] = 0,10$ моль/л, $[H^+] = 1,0$ моль/л;

2) $[Cr_2O_7^{2-}] = 0,01$ моль/л, $[Cr^{3+}] = 0,01$ моль/л, $[H^+] = 0,10$ моль/л;

3) 0,05 моль/л $KMnO_4$, 0,02 моль/л $MnSO_4$ және 0,01М H_2SO_4 ;

4) 0,02 моль/л $KMnO_4$, 0,01 моль/л $MnSO_4$ рН=4,25

тотығу-тотықсыздану потенциалдарын есептеңіз.

Ж. 1) 1,51В, 2) 1,19В; 3) 1,33В; 4) 1,11В

25. $Cu^+ + e \rightleftharpoons Cu^0$

жүйесінің натрий бромиді ерітіндісіндегі реалдық стандартты потенциалын есептеңіз.

Ж. 0,031В

26. $Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$

жүйесінің натрий хлориді ерітіндісіндегі реалдық стандартты потенциалын есептеңіз.

Ж. 0,268В

27. $\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$
жүйесінің 0,01M KJ ерітіндісіндегі потенциалын есептеңіз. Ж. -0,032В
28. $\text{Hg}_2^{2+} + 2e \leftrightarrow 2\text{Hg}$
жүйесінің 0,1M KJ ерітіндісіндегі потенциалын табыңыз Ж. 0,33В
29. $\text{Pb}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Pb}$
жүйесінің 0,01M KCl ерітіндісіндегі потенциалын есептеңіз. Ж. 0,1493В
30. $\text{Hg}_2\text{Br}_2/2\text{Hg}$ және $\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}$ жүйелерінің стандартты потенциалдар сандарын пайдаланып, Hg_2Br_2 ерігіштік константасын анықтаңыз. Ж. $7,2 \cdot 10^{-23}$
31. Ag^+/Ag және AgCl/Ag жүйелерінің стандартты потенциалдар сандарын пайдаланып, AgCl -дың ерігіштік константасын анықтаңыз. Ж. $1,78 \cdot 10^{-10}$
32. KCN ерітіндісінде $[\text{Ag}(\text{CN})_2^-]$ $[\text{CN}^-]$ 1 моль/л тең болған жағдайда $\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$ жүйесінің потенциалын есептеңіз Ж. -0,381В
33. $\text{Hg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Hg}$
тотығу-тотықсыздану жүйесінде HgCl_4^{2-} және Cl^- -иондарының тепе-теңдік концентрациялары 0,01 моль/л және 0,10 моль/л тең. Осы жүйенің потенциалын есептеңіз. Ж. 0,372
34. 0,1 моль/л CuSO_4 және 1,4 моль/л NH_3 ерітінділер қоспасындағы $\text{Cu}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Cu}$
жүйесінің потенциалын есептеңіз. Ж. -0,048В
35. 0,01 моль/л AgNO_3 және 0,04 моль/л NH_3 ерітінділер қоспасындағы $\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$
жүйесінің потенциалын есептеңіз. Ж. 0,461В
36. Аммиак ерітіндісінің артық мөлшерінде және комплексті иондардың $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}] = [\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}] = 1,0$ моль/л тең болған жағдайда $\text{Co}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Co}^{2+}$ жүйесінің потенциалын есептеңіз.
 $K_{\text{т.дык}}(\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}) = 4,1 \cdot 10^{-5}$; $K_{\text{т.дык}}(\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}) = 6,2 \cdot 10^{-6}$. Ж. 3,66В

37. $\text{Ag}(\text{CN})_3^{2-}/\text{Ag}$ және Ag^+/Ag жүйелерінің стандартты потенциалдар мәндерін пайдаланып, $\text{Ag}(\text{CN})_3^{2-}$ комплексті қосылыстың тұрақтылық константасын анықтаңыз

Ж. $1,5 \cdot 10^{22}$

38. $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}/\text{Cu}^0$ және Cu^{2+}/Cu жүйелерінің стандартты потенциалдар мәндерін пайдаланып, $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ комплексті қосылыстың тұрақтылық константасын есептеңіз.

Ж. $5,7 \cdot 10^{11}$

39. Ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясы:

- 1) 1,0 моль/л;
- 2) 0,01 моль/л;
- 3) 0,001 моль/л

тең болған жағдайда сутек электродының потенциалын есептеңіз ($T=298\text{K}$).

Ж. 1) 0; 2) -0,118В; 3) -0,177В.

40. Ерітіндінің рН-ы төмендегі сандарға тең болғанда:

- 1) рН = 0;
- 2) рН = 1;
- 3) рН = 5;
- 4) рН = 9

сутек электродының потенциалын есептеңіз. ($T=298\text{K}$)

Ж. 1) 0; 2) -0,059В; 3) -0,295В; 4) -0,531В

41. Сутек электродының потенциалы төмендегі ерітінділерде

- 1) 0,1 моль/л CH_3COOH ;
- 2) 0,1 моль/л CH_3COONa ,
- 3) 0,1 моль/л NH_3 ;
- 4) 0,05 моль/л NH_4Cl

нешеге тең болады? ($T=298\text{K}$)

Ж. 1) -0,171В; 2) -0,524В; 3) -0,656В; 4) -0,332В.

42. Төмендегі ерітінділерге:

- 1) 0,0400 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$,
- 2) 0,0400 М $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$,
- 3) Hg_2Cl_2 -мен қанықтырылған 0,0400 М KCl ,
- 4) 0,0400 М $\text{Hg}(\text{SCN})_2$, жүйеде мына реакция



жүреді, оның β $1,8 \cdot 10^{17}$ батырылған сынап электродының потенциалын есептеңіз.

Ж. 1) 0,813 В, 2) 0,748 В, 3) 0,351 В, 4) 0,664 В

2-ТАРАУ

ГЕТЕРОГЕНДІ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

2.1. Ерігіштік константалары

Егер металл иондары бар ерітіндіге тұндырғыш ерітіндісі қосылатын болса, онда төмендегі реакция нәтижесінде жүйеде қатты фаза түзіледі: $M + nAn \rightleftharpoons MAn$

Түзілген тұнба мен ерітінді арасында мына тепе-теңдік орналады.



Бұл тепе-теңдік әрекеттесуші массалар заңына бағынып тепе-теңдік константасымен сипатталады:

$$K = \frac{a(M) \cdot a^n(An)}{a(MAn)}$$

$$K a(MAn) = a(M) a^n(An) = EK^{\circ} = K_s^{\circ}$$

EK° , K_s° стандартты жағдайдағы термодинамикалық ерігіштік көбейтіндісі немесе ерігіштік константасы деп аталады.

Активті концентрация жалпы концентрация арқылы өрнектелетін болса, онда

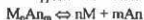
$$K_s^{\circ} = C(M) f(M) C^n(An) f^n(An)$$

$$K_s^{\circ} = K_s^c f(M) f^n(An)$$

$$K_s^c = \frac{K_s^{\circ}}{f(M) \cdot f^n(An)}$$

K_s^c - концентрациялық ерігіштік константасы.

Түзілген тұнбаның құрамы күрделі болған жағдайда:



термодинамикалық және концентрациялық константалар төмендегі теңдіктермен анықталады:

$$K_s^T = a^n(M) a^m(An)$$

$$K_s^c = \frac{K_s^T}{f^n(M) \cdot f^m(An)}$$

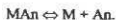
Ерігіштік константасы тұнба түзілу жағдайын сипаттайды:

1. Ерітіндіде иондардың көбейтіндісі (ИК) ерігіштік константасынан төмен болса ($ИК < K_s^{\circ}$) тұнба түзілмейді.
2. Ерітіндіде иондардың көбейтіндісі ерігіштік константадан жоғары болса ($ИК > K_s^{\circ}$) жүйе аса қанық болып тұнба түзіледі.
3. Жүйеде $ИК = K_s^{\circ}$ тең болса, онда ерітінді қанық тұнба түзілу шарты орындалады.

2.2. Ерігіштікті есептеу

Ерігіштік S- не E деп белгіленіп моль/л немесе г/л өрнектеледі.

Мысалы, суда нашар ерітін қосылыс MAn қанық ерітіндісінде болса, онда жүйеде мына тепе-теңдік орналады:



$$[M] = [An] = S = E, \text{ моль/л.}$$

$$\text{Сонда, } K_s^{\circ} = K_s^{\circ} = [M][An] = S S = S^2 \\ S = \sqrt{K_s^{\circ}}$$

Егерде суда нашар ерітін қосылыс күрделі болса, онда ерігіштік төмендегі теңдікпен анықталады:

$$S = \sqrt[n]{\frac{K_s^{\circ} \cdot (M_n An_m)}{n^x \cdot m^y}}$$

Ерігіштікті есептеулерде мына жағдайларды ескеру қажет:

- 1) заттың ерігіштігі өте төмен болса, онда ерігіндінің иондық күшін бірге тең деп алуға болады, ерігіштік K_s° шамасынан есептеледі.
- 2) егер суда нашар ерітін қосылыстың ерігіштігі жоғары және қатты фаза бөгле электролиттер қатысында тепе-теңдік күйде болса, онда жүйеде K_s° есептеп алып, оның мәнінен S есептеу қажет

1-есеп. Кальций сульфатының ерігіштік константасын ерігіндінің иондық күші мына мәндерге:

$$1) 0,001 \quad 2) 0,1$$

тең болған жағдайда есептеңіз

Шешуі. Жүйеде:



$$K_s^{\circ} = a(Ca^{2+})a(SO_4^{2-})$$

Ерігіндінің иондық күші 0,001 тең болғанда

$$f_{Ca^{2+}} = 0,870; \quad f_{SO_4^{2-}} = 0,867.$$

$$K_s^{\circ} = \frac{K_s^{\circ}}{f_{Ca^{2+}} \cdot f_{SO_4^{2-}}} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{0,870 \cdot 0,867} = 3,2 \cdot 10^{-3}$$

Ерігіндінің иондық күші 0,1 тең болғанда $f_{Ca^{2+}} = 0,405; \quad f_{SO_4^{2-}} = 0,355$. Онда:

$$K_s^{\circ} = \frac{K_s^{\circ}}{f_{Ca^{2+}} \cdot f_{SO_4^{2-}}} = \frac{2,4 \cdot 10^{-3}}{0,405 \cdot 0,355} = 1,7 \cdot 10^{-3}$$

2.3. Суда нашар ерітін қосылыстардың ерігіштік константасын (көбейтіндісін) есептеу

2-есеп. Көлемі 1,0 л AgCl-дың қанық ерітіндісінде 0,00192 г AgCl ериді. AgCl-дың ерігіштік константасын есептеңіз.

Шешуі. 1. Суда нашар ерітін қосылыстың ерігіштік константасын есептеу үшін алдымен осы қосылыстың мольдік ерігіштігін есептеп алу қажет

$$M(AgCl) = 143,3 \text{ г/моль.}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ моль} & \text{---} 143,3 \text{ г} \\ x & \text{---} 0,00192 \text{ г} \end{aligned}$$

$$x = \frac{1 \cdot 0,00192}{143,3} = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Сонымен, AgCl -дың мольдік ерігіштігі $1,34 \cdot 10^{-5}$ моль/л тең.

2. Гетерогенді жүйеде төмендегі тепе-теңдік орнайды:



Оның ерігіштік константасы:

$$K_s^c = K_s^o = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

3. AgCl -дың қанық ерігіндісінде иондардың концентрациясы:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л тең}$$

4. Сонда $K_s^c = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,34 \cdot 10^{-5} \cdot 1,34 \cdot 10^{-5} = 1,79 \cdot 10^{-10}$.

3-есеп. Көлөмі 500,0 мл CaF_2 қанық ерігіндісінде CaF_2 -нің $8,4 \cdot 10^{-3}$ г ериді. Кальций фторидінің ерігіштік константасын есептеңіз.

Шешуі. 1. Алдымен 1,0 л қанық ерігіндіде неше грамм CaF_2 ерігіндігін анықтау қажет.

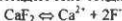
$$\begin{array}{l} 500,0 \text{ мл} \text{ --- } 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ г} \\ 1000,0 \text{ мл} \text{ --- } x \\ x = \frac{1000 \cdot 8,4 \cdot 10^{-3}}{500} = 1,68 \cdot 10^{-2} \text{ г / л} \end{array}$$

2. Содан кейін мольдік ерігіштік есептеледі:

$$M(\text{CaF}_2) = 78,1 \text{ г/моль}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль} \text{ --- } 78,1 \text{ г} \\ x \text{ --- } 1,68 \cdot 10^{-2} \text{ г} \\ x = \frac{1,68 \cdot 10^{-2}}{78,1} = 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \end{array}$$

3. Гетерогенді жүйеде төмендегі тепе-теңдік орын алады:



$$K_s^o = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$$

CaF_2 - мольдік ерігіштігін (S) x -деп белгілесе, онда:

$$[\text{Ca}^{2+}] = x \text{ моль/л.}$$

$$[\text{F}^-] = 2x \text{ моль/л}$$

немесе

$$[\text{Ca}^{2+}] = 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

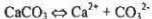
$$[\text{F}^-] = 2 \cdot 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Осы сандарды пайдаланып K_s^c есептеуге болады:

$$K_s^c = 2,15 \cdot 10^{-4} (2 \cdot 2,15 \cdot 10^{-4})^2 = 4 \cdot 10^{-11}$$

4-есеп. Кальций карбонатының оның қанық ерігіндісіндегі ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз.

Шешуі. 1. Жүйеде төмендегі тепе-теңдік орнайды:



Суда нашар ерітін қосылыстардың қанық ерігінділерінде иондардың концентрациясы өте төмен, бұл жағдайда жүйенің иондық күшін нольге тең деп есептеуге болады. Сондықтан ерігіштік константасы:

$$K_4^{\circ} = K_5^{\circ} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

ерігіштігі:

$$\text{Сонда, } \begin{aligned} [\text{Ca}^{2+}] &= [\text{CO}_3^{2-}] = S \text{ моль/л} \\ K_4^{\circ} = SS &= S^2 \end{aligned}$$

Сонымен ерігіштік:

$$S = \sqrt{K_5^{\circ}} = \sqrt{4,8 \cdot 10^{-9}} = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Ерігіштігін г/л өрнектеу үшін заттың мольдік массасын білу қажет.

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль, сонда}$$

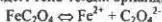
$$1 \text{ моль} \text{ — } 100 \text{ г}$$

$$6,9 \cdot 10^{-5} \text{ моль} \text{ — } x$$

$$x = 6,9 \cdot 10^{-5} \cdot 100 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

5-есеп. Көлемі 500,0 мл FeC_2O_4 қанық ерітіндісінде неше грамм Fe^{2+} және $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ болады?

Шешуі. Жүйеде төмендегі тепе-теңдік орнайды:



Оның ерігіштік константасы:

$$\begin{aligned} K_5^{\circ} = K_5^{\circ} &= [\text{Fe}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \\ [\text{Fe}^{2+}] &= [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = S \text{ моль/л.} \\ K_5^{\circ} &= S^2 \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{K_5^{\circ}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-7}} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$M(\text{Fe}^{2+}) = 55,8 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 88 \text{ г/моль.}$$

Ерігіштікті г/л өрнектеу үшін мольдік концентрацияны мольдік массаға көбейту қажет, яғни

$$S(\text{Fe}^{2+}) = 55,8 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ г/л.}$$

$$S(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 88 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ г/л}$$

Есептің мазмұнын бойынша 500,0 мл берілген, олай болса:

$$1000 \text{ мл} \text{ — } 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ г } (\text{Fe}^{2+}) \text{ болады}$$

$$500 \text{ мл} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 500}{1000} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ г } (\text{Fe}^{2+}).$$

$$1000 \text{ мл} \text{ — } 4 \cdot 10^{-2} \text{ г } (\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \text{ болады}$$

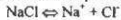
$$500 \text{ мл} \text{ — } x \text{ г}$$

$$x = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 500}{1000} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ г } (\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$$

6-есеп. 0,01M NaCl ерітіндісіндегі кальций сульфитінің ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз

Шешуі. Алдымен ерітіндінің иондық күшін анықтап алу қажет.

Ерітіндіде төмендегі екі тепе-теңдік орын алады:



Жүйенің иондық күшін есептеуде екінші тепе-теңдікті ескермеуге болады, CaSO_3 ерігіштігі төмен болғандықтан (Ca^{2+}) мен (SO_3^{2-}) концентрациялары төмен болады.

Сондықтан, жүйенің иондық күші NaCl ерітіндісімен анықталады:

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

Кестеден ерітіндінің иондық күші 0,01 тен болған жағдайдағы Ca^{2+} мен SO_3^{2-} иондарының активтік коэффициенттерін табу қажет, яғни $f_{\text{Ca}^{2+}} = 0,675$, $f_{\text{SO}_3^{2-}} = 0,665$.

Содаң соң осы жүйедегі CaSO_3 -тің реалдық ерігіштік константасын есептеп алу қажет.

$$K_s^c = \frac{K_s^o}{f_{\text{Ca}^{2+}} \cdot f_{\text{SO}_3^{2-}}} = \frac{1,3 \cdot 10^{-4}}{0,675 \cdot 0,665} = 2,9 \cdot 10^{-4}$$

$$K_s^c = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_3^{2-}]$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_3^{2-}] = S \text{ моль/л тең болғандықтан:}$$

$$K_s^c = S^2, \text{ ал } S = \sqrt{K_s^c}$$

$$\text{Сонда, } S = \sqrt{2,9 \cdot 10^{-4}} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$M(\text{CaSO}_3) = 120 \text{ г/моль}$$

$$S, \text{ г/л} = 120 \cdot 1,7 \cdot 10^{-2} = 2,04 \cdot 10^{-2}$$

CaSO_3 -тің қанық ерітіндісінде:

$$S = \sqrt{K_s^o} \text{ теңдіктен анықталады, сонда:}$$

$$S = \sqrt{1,3 \cdot 10^{-4}} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

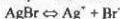
$$\text{ал } S \text{ (г/л)} = 120 \cdot 1,1 \cdot 10^{-2} = 1,3 \cdot 10^{-2}$$

Қанық ерітіндіге қарағанда бөгде электролит қатысында ерігіштік артады.

2.4. Атмас иондар қатысында суда нашар еритін қосылыстардың ерігіштігін есептеу

7-есеп Концентрациясы 0,0001M NaBr ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігін (моль/л) есептеп, оны қанық ерітіндісімен салыстырыңыз

Шешуі. 1. AgBr -ның қанық ерітіндіде төмендегі тепе-теңдік орнайды:



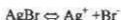
Оның ерігіштік константасы:

$$K_s^o = K_s^c = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-] = S \text{ моль/л}$$

$$S^2 = K_s^o \quad S = \sqrt{5,3 \cdot 10^{-12}} = 7,3 \cdot 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

2. Күміс бромидінің NaBr ерітіндісінде мына тепе-теңдіктер орын алады:



NaBr - ерітіндісі өте сұйытылған, сондықтан $f_{\text{Ag}^+} = f_{\text{Br}^-} = 1$

Сонда: $[\text{Ag}^+] = S$ моль/л

$[\text{Br}^-] = S + C_{\text{NaBr}}$

Ал, $K_s^0 = S(S + C_{\text{NaBr}})$; S шамасы өте төмен болғандықтан, оны ескермеуге болады.

Сондықтан, жуық есептеулерде

$K_s^0 = S \cdot C_{\text{NaBr}}$ деп алуға болады.

$$S = \frac{K_s^0}{C_{\text{NaBr}}} = \frac{5,3 \cdot 10^{-13}}{10^{-4}} = 5,3 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

яғни, AgBr ерігіштігі $\frac{7,3 \cdot 10^{-7}}{5,3 \cdot 10^{-9}} = 138$ есе төмендейді.

8-есеп. Концентрациясы 0,017M аммоний оксалаты ерітіндісіндегі мырыш оксалатының ерігіштігін (моль/л) ерітіндінің иондық күшін ескеріп есептеңіз және оны қанық ерітіндісіндегі ерігіштігімен салыстырыңыз.

Шешуі. 1. Мырыш оксалатының қанық ерітіндісінде төмендеп тепе-теңдік орналады:



Оның ерігіштік константасы:

$$K_s^0 = K_s^c = [\text{Zn}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

ал $[\text{Zn}^{2+}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = S$, моль/л

Сонда $S = \sqrt{K_s^0} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-9}} = 3,9 \cdot 10^{-5}$ моль/л

2. 0,017M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісінің иондық күшін анықтал:

$$J = \frac{1}{2} (C_{\text{NH}_4^+} \cdot Z_{\text{NH}_4^+}^2 + C_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} \cdot Z_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}^2) = \frac{1}{2} (0,034 \cdot 1^2 + 0,017 \cdot 4) = 0,051$$

Кестеден активтік коэффициенттердің сандарын тауып:

$$f_{\text{Zn}^{2+}} = 0,485; f_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,45$$

3. Осы жағдайдағы K_s^c шамасын есептеп алу қажет:

$$K_s^c = \frac{K_s^0}{f_{\text{Zn}^{2+}} \cdot f_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}}$$

$$K_s^c = \frac{1,5 \cdot 10^{-9}}{0,485 \cdot 0,45} = 6,9 \cdot 10^{-9}$$

4. Атлас иондар қатысында ерігіштікті (S') есептеу.

$[\text{Zn}^{2+}] = S'$, моль/л

$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = (S' + 0,017)$, моль/л.

Жуық есептеулерде жақпаның болады, бұл жағдайда:

ішіндегі S' -мәнін ескермеуге

$$K_5^c = [Zn^{2+}][C_2O_4^{2-}] = S'(S' + 0,017).$$

$$S' = \frac{K_5^c}{0,017} = \frac{6,9 \cdot 10^{-9}}{1,7 \cdot 10^{-2}} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ моль / л тең болады}$$

5. Ерігіштіктерді салыстырса:

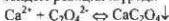
$$\frac{S}{S'} = \frac{3,9 \cdot 10^{-5}}{4,1 \cdot 10^{-7}} = 0,95 \cdot 10^{+2} = 95, \quad \text{яғни } ZnC_2O_4 \text{ ерігіштігі } (NH_4)_2C_2O_4$$

ерігіндісінде 95 есе төмендейді.

2.5. Тұнба түзілу жағдайын анықтау

9-есеп. 100,0 мл 0,001 моль/л $CaCl_2$ ерітіндісімен 50,0 мл 0,005 моль/л $(NH_4)_2C_2O_4$ ерітіндісі араластырылған. Жүйеде тұнба түзіле ме? Жауабыңызды дәлелдеңіз.

Шешуі. 1. Жүйеде төмендегі реакция жүреді:



Суда нашар еритін қосылыстың ерігіштік константасы:

$$K_5^o = a(Ca^{2+}) a(C_2O_4^{2-}).$$

2. Ерітінділер араластырылғанда олардың мольдік концентрациялары өзгереді:

$$C(Ca^{2+}) = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_{\Sigma}} = \frac{100 \cdot 0,001}{150} = 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ моль / л.}$$

$$C(C_2O_4^{2-}) = \frac{V_2 \cdot C_2}{V_{\Sigma}} = \frac{50 \cdot 0,005}{150} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ моль / л}$$

3. Жүйедегі иондардың иондық көбейтіндісі

$$ИК = 6,67 \cdot 10^{-4} \cdot 1,67 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-6}$$

4. $ИК = 1,1 \cdot 10^{-6}$ $K_5^o = 2,57 \cdot 10^{-9}$

$ИК > K_5^o$, яғни тұнба түзіледі.

10-есеп. Қорғасын (II) хлориді толық тұнбаға түсу үшін жүйеде хлорид-иондарының концентрациясы қандай болуы қажет?

Шешуі. Жүйеде мына реакция жүруі тиіс:



Тұнба түзілу жағдайы төмендегі теңдеумен анықталады:

$$[Pb^{2+}][Cl^{-}]^2 \geq K_5^o$$

Ерітіндіде қалған ионның концентрациясы 10^{-6} моль/л тең болған жағдайды, бұл ионды толық тұнды деп есептейді. Сондықтан, толық тұну жағдайы мына теңдікпен анықталады:

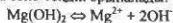
$$[Cl^{-}] = \sqrt{\frac{K_5^o}{[Pb^{2+}]}} \text{, немесе}$$

$$[Cl^{-}] = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-4}}{10^{-6}}} = 4,0 \text{ моль / л}$$

$[Cl^{-}] \geq 4,0$ моль/л болғанда $PbCl_2$ толық тұнбаға түседі.

11-есеп. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең болғанда 0,01М $MgCl_2$ ерітіндісінен магний гидроксиді тұна бастайды?

Шешуі. Жүйеде мына тепе-теңдік орыналады:



Ерігіштік константасы:

$$K_s^c = [Mg^{2+}][OH^-]^2$$

Тұнба түсу үшін қажетті OH^- -иондарының концентрациясы

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_s^c}{[Mg^{2+}]}} = \sqrt{\frac{6,0 \cdot 10^{-10}}{0,01}} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль / л}$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 2,4 \cdot 10^{-4} = 3,62.$$

$$pH = 14 - 3,62 = 10,38$$

$Mg(OH)_2$ толық тұнбаға түсу үшін ерітіндінің $pH \geq 10,38$ болуы қажет.

12-есеп. Mg^{2+} -иондарын гидроксид күйінде толық тұндыру үшін ерітіндінің рН-ы нешеге тең болуы қажет?

Шешуі. Магний гидроксидінің ерігіштік константасы:

$$K_s = [Mg^{2+}][OH^-]^2.$$

Ерітіндіде қалған иондардың концентрациясы $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л тең болған жағдайда, ионды толық тұнбаға түсті деп есептейді. Сондықтан берілген мысалда:

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[Mg^{2+}]}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-10}}{10^{-6}}} = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л}$$

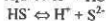
$$pH = 14 - pOH = 14 + \lg 2,4 \cdot 10^{-2} = 14 - 1,62 = 12,38.$$

Ерітіндінің $pH=12,38$ тең болған жағдайда $Mg(OH)_2$ тұнбаға толық түседі.

13-есеп. 0,01М $MnSO_4$ $pH=2,0$ тең ерітіндісі 0,1 моль/л H_2S ерітіндісімен қанықтырғанға жүйеде MnS тұнбасы түсе ме?

Шешуі. 1. H_2S әлсіз қышқыл болғандықтан $[S^{2-}]$ -иондарының концентрациясы ерітіндінің рН-на тәуелді болады.

Сондықтан, алдымен осы көрсетілген жағдайда $[S^{2-}]$ -концентрациясын анықтап алу қажет.



Жүйеде жалпы сульфид-иондарының концентрациясы:

$$C_{S^{2-}} = [S^{2-}] + [HS^-] + [H_2S]$$

Жалпы сульфид-иондарының оның тепе-теңдік концентрациясының қатынасы төмендегі қатынаспен анықталады.

$$[S^{2-}] = 1 + \frac{[H^+]}{K_1} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}$$

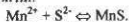
$$pH=2, \text{ яғни } [H^+] \approx 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$\frac{C_{S^{2-}}}{[S^{2-}]} = 1 + \frac{10^{-2}}{1,3 \cdot 10^{-7}} + \frac{(10^{-2})^2}{8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,3 \cdot 10^{-13}}$$

$$\frac{0,1}{[S^{2-}]} = 1 + 0,8 \cdot 10^{11} = 8,6 \cdot 10^{15}$$

$$[S^{2-}] = \frac{0,1}{8,6 \cdot 10^{15}} = 1,1 \cdot 10^{-17} \text{ моль/л.}$$

2. Марганец (II) иондары сульфид-иондарымен мына реакция нәтижесінде тұнба түзу тиісті, яғни:



$$K_s^0 = [Mn^{2+}][S^{2-}].$$

Тұнба түзілу үшін S^{2-} иондарының концентрациясы:

$$[S^{2-}] = \frac{K_s^0}{[Mn^{2+}]} = \frac{2,5 \cdot 10^{-10}}{10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л болуы кажет.}$$

Марганец сульфиді тұнбаға түсу үшін $2,5 \cdot 10^{-8}$ моль/л $[S^{2-}]$ кажет, ал есептің шарты бойынша $[S^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-17}$ моль/л, яғни сульфид-иондарының концентрациясы жеткіліксіз болғандықтан тұнба түзілмейді.

14-есеп. 0,01M $MnSO_4$ рН=9 тең ерітіндісін 0,1M H_2S ерітіндісімен қанықтырғанда жүйеде марганец сульфиді тұнады ма?

Шешуі. 1. Алдыңғы есептегі сияқты алдымен жүйедегі сульфид-иондарының концентрациясын есептеп алу кажет, яғни:

$$\frac{C_{S^{2-}}}{[S^{2-}]} = 1 + \frac{10^{-9}}{1,3 \cdot 10^{-13}} + \frac{(10^{-9})^2}{8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,3 \cdot 10^{-13}}$$

$$\frac{0,1}{[S^{2-}]} = 1 + 8 \cdot 10^3 + 90$$

$$\frac{0,1}{8 \cdot 10^3} = [S^{2-}].$$

$$[S^{2-}] = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

2. MnS - тұнбаға түсуге кажетті S^{2-} -иондарының концентрациясы:

$$[S^{2-}] = \frac{K_s^0}{[Mn^{2+}]}, \text{ немесе}$$

$$[S^{2-}] = \frac{2,5 \cdot 10^{-10}}{10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л.}$$

Ерітіндінің рН-ы 9 тең болған жағдайда жүйеде $[S^{2-}]$ -иондарының концентрациясы артады, яғни $[S^{2-}] = 1,25 \cdot 10^{-5}$ моль/л, ал $1,25 \cdot 10^{-5} > 2,5 \cdot 10^{-8}$. Сондықтан MnS тұнбаға түсу үшін жүйеде S^{2-} иондарының концентрациясы жеткілікті болады да, тұнба түзіледі.

15-есеп. 0,01M $(NH_4)_2CO_3$ ерітіндісінен кальций-иондары толық тұнбаға түсу үшін жүйенің рН-ы нешеге тең болуы кажет?

Шешуі. 1. Кальций карбонаты мына теңдеу бойынша диссоцияланады



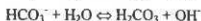
$$K_s^0 = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}].$$

Ерітіндіде тұндырылғаннан кейін тұндырылатын ионның концентрациясы 10^{-6} моль/л төмен болса, оны толық тұнды деп есептейді. Сонда Ca^{2+} -иондарын толық тұндыру үшін:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_3^0}{[\text{Ca}^{2+}]} = \frac{4,8 \cdot 10^{-9}}{10^{-6}} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ моль / л қажет.}$$

Кальций карбонаты толық тұну үшін жүйеде $[\text{CO}_3^{2-}]$ концентрациясы $4,8 \cdot 10^{-3}$ моль/л тең болуы қажет.

2. Сонымен қатар жүйеде мына тепе-теңдіктер орын алады



$$C_{\text{CO}_3^{2-}} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{H}_2\text{CO}_3].$$

Жүйенің рН-ын 1% мендегі теңдіктен анықтауға болады:

$$\frac{C_{\text{CO}_3^{2-}}}{[\text{CO}_3^{2-}]} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_4} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_4 \cdot K_3}$$

$$\frac{0,01}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{4,8 \cdot 10^{-11}} + \frac{[\text{H}^+]^2}{4,5 \cdot 10^{-2} \cdot 4,8 \cdot 10^{-11}}$$

$$\frac{0,01}{4,8 \cdot 10^{-3}} = 1 + 2 \cdot 10^{18} [\text{H}^+] + 5 \cdot 10^{14} [\text{H}^+]^2$$

$$2,08 = 4,6 \cdot 10^{16} [\text{H}^+]^2$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{2,08}{4,6 \cdot 10^{16}}} = \sqrt{0,45 \cdot 10^{-16}} = 0,67 \cdot 10^{-8} = 6,7 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{pH} = -\lg 6,7 \cdot 10^{-9} = 8,17.$$

16-есеп. Барий сульфатын оның қанық ерітіндісінен барий карбонатына айналуы осы жүйеде карбонат иондарының қандай шамасында байқалады?

Шешуі. 1. Барий сульфатының қанық ерітіндісінде Ba^{2+} иондарының концентрациясын анықтап алу қажет. Жүйеде төмендегі тепе-теңдіктер орнайды:



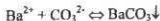
Сонда: $[\text{Ba}^{2+}] = S$ моль/л; $[\text{SO}_4^{2-}] = S$ моль/л, ал $K_5^0 = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = S^2$

$$S = \sqrt{K_5^0} = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-10}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

яғни $[\text{Ba}^{2+}] = 1,05 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

2. Барий карбонаты түзілуге қажет CO_3^{2-} -иондарының концентрациясын анықтау керек:

Барий карбонаты түзілу үшін жүйеде төмендегі реакция жүруі қажет:



Тұнбаның түзілу шарты.

$$[\text{Ba}^{2+}] C(\text{CO}_3^{2-}) > K_4^0(\text{BaCO}_3)$$

Сондықтан:

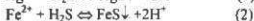
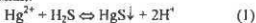
$$C(\text{CO}_3^{2-}) \geq \frac{K_s^0 \cdot (\text{BaCO}_3)}{[\text{Ba}^{2+}]}$$

$$C(\text{CO}_3^{2-}) \geq \frac{5,1 \cdot 10^{-9}}{1,05 \cdot 10^{-5}} \geq 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Ерітіндіде CO_3^{2-} -иондарының концентрациясы $4,9 \cdot 10^{-4}$ моль/л жоғары болса, жүйеде BaCO_3 түзілуі байқалады.

17-есеп. 0,001M HgCl_2 және 0,001M FeCl_2 ерітінділерінің қоспасына 0,01M күкіртсутек ерітіндісі қосылған. Жүйе рН-ы нешеге тең болғанда екі катионды бір-бірінен ажыратуға болады?

Шешуі. 1. Жүйені күкіртсутекпен қанықтырғанда мына реакциялар жүруі мүмкін:



Бұл реакциялар төмендегі тепе-теңдіктермен сипатталады:

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Hg}^{2+}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]}$$

немесе

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Hg}^{2+}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]} \cdot \frac{[\text{S}^{2-}]}{[\text{S}^{2-}]} = \frac{K_2 \cdot K_s'}{K_s^0(\text{HgS})}$$

$$K_2 = \frac{K_s' \cdot K_s^0}{K_s^0(\text{FeS})}$$

Реакциялардың тепе-теңдік константаларының шамасы:

$$K_1 = \frac{8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,3 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-32}} = 7,2 \cdot 10^{11}$$

$$K_2 = \frac{8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,3 \cdot 10^{-13}}{5 \cdot 10^{-18}} = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

яғни $K_1 \gg K_2$, сондықтан алдымен HgS тұнатындығы белгілі болды.

2. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең болғанда FeS тұнбайтындығын анықтап алу қажет. Ол үшін екінші тепе-теңдік константасын пайдалану қажет.

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]} = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{[\text{H}^+]^2}{0,001 \cdot 0,01} = 2,3 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{2,3 \cdot 10^{-8}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = 3,82.$$

3. Ерітіндінің рН-ы 3,82 гең болғанда жүйеде S^{2-} -иондарының тепе-теңдік концентрациясы төмендегідей есептеледі:

$$\frac{C_{\Sigma}(\text{H}_2\text{S})}{[\text{S}^{2-}]} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + \frac{[\text{H}^+]}{K_a \cdot K_a'}$$

$$\frac{0,01}{[\text{S}^{2-}]} = 1 + \frac{1,5 \cdot 10^{-4}}{1,3 \cdot 10^{-11}} + \frac{(1,5 \cdot 10^{-4})^2}{1,2 \cdot 10^{-2}}$$

$$\frac{0,01}{[\text{S}^{2-}]} = 1 + 1,1 \cdot 10^9 + 1,25 \cdot 10^{12}$$

$$\frac{0,01}{[\text{S}^{2-}]} \approx 1,25 \cdot 10^{12}$$

$$[\text{S}^{2-}] = 8 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$$

4. Ерітіндіде қалған Hg^{2+} -иондарының концентрациясы.

$$[\text{Hg}^{2+}] = \frac{K_s^{\circ}}{[\text{S}^{2-}]} = \frac{1,6 \cdot 10^{-52}}{8 \cdot 10^{-13}} = 2 \cdot 10^{-38} \text{ моль/л}$$

яғни Hg^{2+} толық тұнбада болады, ал Fe^{2+} иондық көбейтіндісі

$$[\text{Fe}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-13} = 8 \cdot 10^{-16}$$

не $K_s^{\circ}(\text{FeS}) > \text{ИК}$, яғни тұнба түзілмейді. Сонда, қорытып айтқанда жүйенің $\text{pH}=3,82$ тең болғанда екі катион бір-бірінен бөлінеді.

2.6. Суда нашар еритін қосылыстардың қышқыл ерітінділерде ерігіштігін есептеу

Тұнбалардың қышқыл ерітінділерінде еру үрдісін жалпы түрде төмендегі теңдеумен жазуға болады:



Бұл реакцияның тепе-теңдік константасы:

$$K_{\text{т.т}} = \frac{[\text{M}] \cdot [\text{HAn}]}{[\text{MAn}] \cdot [\text{H}^+]}$$

Осы теңдеуді $[\text{HAn}]$ көбейтіп және бөлсе тепе-теңдік константаның мәні анықталады:

$$K_{\text{т.т}} = \frac{[\text{M}] \cdot [\text{HAn}]}{[\text{MAn}] \cdot [\text{H}^+]} \cdot \frac{[\text{An}]}{[\text{An}]} = \frac{K_s^{\circ}}{K_a}$$

Сондықтан,

$$\frac{K_s^{\circ}}{K_a} = \frac{[\text{M}] \cdot [\text{HAn}]}{[\text{H}^+]}$$

$[\text{M}] = [\text{HAn}] = S$ моль/л, яғни қосылыстың ерігіштігі.

Жуық есептеулерде $[\text{H}^+] = C_{\Sigma} - S \approx C_{\Sigma}$

Сонымен

$$\frac{K_s^{\circ}}{K_a} = \frac{S^2}{[\text{H}^+]}$$

$$S = \sqrt{\frac{K_s^{\circ}}{K_a} \cdot [\text{H}^+]}$$

Қышқылдық ортада суда нашар еритін қосылыстардың ерігіштігін есептеулерде мына жағдайды ескеру қажет:

1) жүйенің қышқылдығы жоғары болған жағдайда әлсіз қышқылдың молекуласы түзіледі:



2) жүйенің қышқылдығы төмен болғанда қышқылдың қалдығы түзіледі:



18-есеп. Ерігіндінің рН-ы 3 тең болғандағы қорғасын (II) оксалатының ерігіштігін есептеңіз.

Шешуі. Есепті екі жолмен шығаруға болады.

Жүйенің қышқылдығы төмен болғандықтан мына тепе-теңдік орын алады:



Оның тепе-теңдік константасы:

$$K_{1,2} = \frac{K_3^0}{K_1} = \frac{[\text{Pb}^{2+}] [\text{HC}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{H}^+]}$$

Жүйеде $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{HC}_2\text{O}_4^{2-}] = S$, моль/л.

Сондықтан $\frac{K_3^0}{K_1} = \frac{S^2}{[\text{H}^+]}$

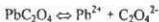
$$S = \sqrt{\frac{K_3^0}{K_1} [\text{H}^+]}$$

$$S = \sqrt{\frac{8,3 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-3}}{5,4 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-10}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л.}$$

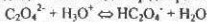
Аналитикалық химияда көп жағдайда тұндыру үрдісін сутек-иондарының белгілі концентрацияларында орындауға тура келеді. Бұл жағдайда қышқыл қалдықтары сутек-иондарының концентрациясына өз үлесін қосып ерігіштікке әсер етеді.

Сондықтан жоғарыда берілген есепті жүйеле жанама реакцияларын ескеріп PbC_2O_4 ерігіштігін есептеуге болады.

Бұл жағдайда:



тепе-теңдікпен қатар, төмендегі тепе-теңдіктер де орын алады:



Сондықтан:

$$S_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] + [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]$$

немесе

$$\frac{C_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_1} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 \cdot K_2}$$

Осы теңдікке белгілі сандарды қойып, $\frac{C_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}$ қатынасының

мәнін табуға болады.

$$\frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 1 + \frac{10^{-3}}{5,4 \cdot 10^{-3}} + \frac{(10^{-1})^2}{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 5,4 \cdot 10^{-3}}$$

$$\frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 1 + 18,5 + 0,3 = 19,8. \quad \frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 19,8$$

немесе

$$\frac{[C_2O_4^{2-}]}{C_{C_2O_4^{2-}}} = \alpha_{C_2O_4^{2-}} - C_2O_4^{2-} - \text{иондарының мольдік үлесі.}$$

$$[C_2O_4^{2-}] = \alpha_{C_2O_4^{2-}} \cdot C_{C_2O_4^{2-}}$$

$$[C_2O_4^{2-}] = \frac{1}{19,8} C_{C_2O_4^{2-}} \quad [C_2O_4^{2-}] = 5 \cdot 10^{-2} C_{C_2O_4^{2-}}$$

PbC_2O_4 ерігіштік константасы:

$$K_s^0 = [Pb^{2+}][C_2O_4^{2-}]$$

PbC_2O_4 ерігіштігі $S = C_{C_2O_4^{2-}}$ -тен

Сонда, $[C_2O_4^{2-}] = 5 \cdot 10^{-2} S$, моль/л,

ал $K_s^0(PbC_2O_4) = S \cdot 5 \cdot 10^{-2}$.

$$S = \sqrt{\frac{K_s^0(PbC_2O_4)}{5 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{\frac{8,3 \cdot 10^{-12}}{5 \cdot 10^{-2}}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Бұл әдісті дәл есептеулерде қолданады.

19-есеп. Ерітіндінің рН-ы 1-тен болғанда қорғасын (II) оксалатының ерігіштігін есептеңіз.

Шешуі. Ортаның қышқылдығы жоғары, сондықтан еру үрдісінің нәтижесінде әлсіз қышқыл түзіледі:



Жүйенің тепе-теңдік константасы:

$$K_{т.т.} = \frac{K_s^0}{K_a \cdot K_a} = \frac{[Pb^{2+}] \cdot [H_2C_2O_4]}{[H^+]^2}$$

ал ерігіштігі:

$$[Pb^{2+}] = [H_2C_2O_4] = S \text{ моль/л}$$

Сондықтан:

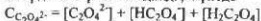
$$\frac{K_s^0}{K_a \cdot K_a} = \frac{S^2}{[H^+]^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{K_s^0}{K_a \cdot K_a} \cdot [H^+]^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{8,3 \cdot 10^{-12}}{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 5,4 \cdot 10^{-3}} \cdot (10^{-1})^2} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

Бұл PbC_2O_4 жанама реакцияларды ескермеген жағдайдағы ерігіштігі.

Жанама реакцияларды ескерген жағдайда, жүйеде:



немесе

$$\frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 1 + \frac{[H^+]}{K_s'} + \frac{[H^+]^2}{K_s' \cdot K_s''}$$

$$\frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 1 + \frac{10^{-1}}{5,4 \cdot 10^{-5}} + \frac{(10^{-1})^2}{5,6 \cdot 10^{-2} \cdot 5,4 \cdot 10^{-5}}$$

$$\frac{C_{C_2O_4^{2-}}}{[C_2O_4^{2-}]} = 1 + 1,9 \cdot 10^3 + 3,3 \cdot 10^3 = 5,2 \cdot 10^3$$

$$[C_2O_4^{2-}] = \frac{1}{5,2 \cdot 10^3} \cdot C_{C_2O_4^{2-}}$$

$$[C_2O_4^{2-}] = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ S}$$

Сонымен

$$K_s^{\circ} = [Pb^{2+}][C_2O_4^{2-}] = S \cdot S = 1,9 \cdot 10^{-4}$$

$$S = \sqrt{\frac{K_s^{\circ}}{1,9 \cdot 10^{-4}}} = \sqrt{\frac{8,3 \cdot 10^{-12}}{1,9 \cdot 10^{-4}}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ моль / л.}$$

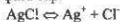
2.7. Комплекс түзу реакцияларының ерігіштікке әсері

Комплекс түзетін лигандтар қатысында көптеген суда нашар еритін қосылыстардың ерігіштігі өзгереді. Бұл жағдай аналитикалық химияда тұнбаларды еріту мен оларды еру жағдайын анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл жағдайда лигандтың күйі ерігіндінің рН-ына тәуелді болса, онда жүйеде жүретін жанама реакцияларды ескеру қажет болады. Бірақ жуық есептеулерді орындағанда жанама реакцияларды ескермеуге де болады.

20-есеп. Концентрациясы 1,0M NH₃ ерігіндісіндегі күміс хлоридінің ерігіштігін (моль/л) есептегіз. Төпе-теңдік орналған жағдайда жүйеде аммиактың концентрациясы 0,1M тең. (Есептеулерді жанама реакцияларды ескермей орындаңыз).

Шешуі. 1 Жүйеде қатты фаза бар:



Оның ерігіштік константасы:

$$K_s^{\circ} = [Ag^+][Cl^-].$$

Ерігіштігі:

$$[Ag^+] = [Cl^-] = S, \text{ моль/л}$$

2. Қатты фазаға аммиак ерігіндісін қосқанда жүйеде төмендеп төпе-теңдік орналады:



Жүйенің төпе-теңдік константасы:

$$K_{1,2} = \frac{[Ag(NH_3)_2^+][Cl^-]}{[AgCl] \cdot [NH_3]^2} \cdot \frac{[Ag^+]}{[Ag^+]} = K_s^{\circ} \cdot \beta_2$$

Сонымен, жүйеде:

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = [\text{Cl}^-] = S \text{ моль/л}$$
$$[\text{NH}_3] = 0,1 - S \text{ н } 0,1$$

немесе

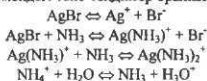
$$K_s^0 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 = \frac{S \cdot S}{[\text{NH}_3]^2}$$
$$S = \sqrt{K_s^0 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot [\text{NH}_3]^2}$$

Сонда

$$S = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \cdot 6,9 \cdot 10^3 \cdot (0,1)^2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

21-есеп. 0,10M NH_4OH ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігін (моль/л) жанама реакцияларының жүруін ескеріп есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде төмендегі тепе-теңдіктер орыналады:



Жүйеде NH_4^+ концентрациясы жоғары болғандықтан жуық есептеулерде $[\text{NH}_3] \approx [\text{NH}_4^+]$ тең деп алуға болады.

Сондықтан, $[\text{NH}_3] = 0,10$ моль/л.

Күміс бромидінің ерігіштік константасы:

$$K_s^0 = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$

Ерігіштігі:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-] = S \text{ моль/л}$$

Сонда:

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

$\frac{[\text{Ag}^+]}{S} = \alpha_{\text{Ag}^+}$ осы жүйедегі күміс иондарының мольдік үлесі.

Теңдікті тепе-теңдік константалары арқылы өрнектесе мына теңдікті алуға болады:

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + \beta_1 [\text{NH}_3] + \beta_1 \beta_2 [\text{NH}_3]^2$$

Кестеден β_1 мен β_2 мәндерін алып, орындарына қойса:

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + 2 \cdot 10^3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 10^3 \cdot 6,9 \cdot 10^3 \cdot (0,1)^2$$

Күміс-иондарының концентрациясын ерігіштік арқылы өрнектеуге болады:

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + 200 + 1,38 \cdot 10^5$$

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1,38 \cdot 10^5$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{S}{1,38 \cdot 10^5} = 7,2 \cdot 10^{-6} S \text{ моль/л.}$$

Қарастырылып отырған жүйеде Ag^+ -иондарының концентрациясы осы санмен анықталады.

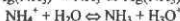
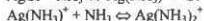
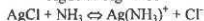
Енді ерігіштік константасынан күміс бромидің ерігіштігін есептеп алуға болады:

$$K_s^0 = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ SS}$$

$$S = \sqrt{\frac{K_s^0}{7,2 \cdot 10^{-6}}} = \sqrt{\frac{5,3 \cdot 10^{-13}}{7,2 \cdot 10^{-6}}} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ моль / л}$$

22-есеп. рН-ы 5,2 тең 0,10М NH_4Cl ерітіндісіндегі күміс хлоридің ерігіштігін (моль/л) есептеңіз.

Шешуі. 1. Жүйеде төмендегі тепе-теңдіктер орын алады:



2. Жүйенің қышқылдығы жоғары болғандықтан $[\text{NH}_3]$ концентрациясы ерітіндінің рН-на тәуелді болады. Сондықтан, алдымен осы жүйеде $[\text{NH}_3]$ концентрациясын анықтап алу қажет:

$$C_{\text{NH}_4^+} = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+]$$

$$\frac{C_{\text{NH}_4^+}}{[\text{NH}_3]} = 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_a}$$

немесе

$$\frac{0,1}{[\text{NH}_3]} = 1 + \frac{6,3 \cdot 10^{-6}}{5,7 \cdot 10^{-10}}$$

$$\frac{0,1}{[\text{NH}_3]} = 1 + 1,1 \cdot 10^4$$

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,1}{1,1 \cdot 10^4} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

3. AgCl -дың ерігіштік константасы:

$$K_s^0 = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Ерігіштігі:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = S \text{ моль/л}$$

Жүйеге NH_4Cl ерітіндісін қосқанда:

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

немесе

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + \beta_1[\text{NH}_3] + \beta_1\beta_2[\text{NH}_3]^2$$

Белгілі сандарды алдығы теңдікке қойып $[\text{Ag}^+]$ есептеп алуға болады:

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + 2 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 10^3 \cdot 6,9 \cdot 10^3 (9 \cdot 10^{-6})^2.$$

$$\frac{S}{[\text{Ag}^+]} = 1 + 18 \cdot 10^{-3} + 1,1 \cdot 10^{-3}.$$

$$\frac{S}{[Ag^+]} = 1,019.$$

$$[Ag^+] = 0,99S.$$

4. Алынған санды ерігіштік константасына қойып ерігіштікті есептейді:

$$K_4^0 = 0,99 S S$$

$$S = \sqrt{\frac{K_4^0}{0,99}} = \sqrt{\frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,99}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

Ерітіндінің рН-ы 5,2 тең болғанда күміс хлоридінің ерігіштігі өте төмен.

ЕСЕПТЕР

1. Суда нашар ерітін қосылыстардың қанық ерітіндісінің 1,0 литрінде:

- 1) $1,37 \cdot 10^{-4}$ г AgBr
- 2) $6,9 \cdot 10^{-3}$ г CaCO₃
- 3) $8,6 \cdot 10^{-3}$ г MgNH₄PO₃
- 4) $2,2 \cdot 10^{-2}$ г Pb(JO₃)₂
- 5) $2,0 \cdot 10^{-3}$ г Ag₃PO₄
- 6) $2,2 \cdot 10^{-4}$ г Ca₃(PO₄)₂

ериді. Осы қосылыстырдың ерігіштік константаларын есептеңіз.

- Ж. 1) $5,3 \cdot 10^{-13}$; 2) $4,8 \cdot 10^{-9}$; 3) $2,5 \cdot 10^{-13}$
 4) $2,5 \cdot 10^{-13}$; 5) $1,3 \cdot 10^{-20}$; 6) $1,9 \cdot 10^{-29}$

2. Суда нашар ерітін қосылыстардың қанық ерітіндісінің:

- 1) 500,0 мл $5,5 \cdot 10^{-3}$ г Ag₂CrO₄
- 2) 200,0 мл $1,48 \cdot 10^{-2}$ г BaC₂O₄
- 3) 100,0 мл 0,114 г BaF₂
- 4) 500,0 мл $4,2 \cdot 10^{-6}$ г CuSCN
- 5) 250,0 мл 0,0375 г Ce(JO₃)₄

ериді. Осы қосылыстардың ерігіштік константаларын есептеңіз.

- Ж. 1) $1,1 \cdot 10^{-12}$; 2) $1,1 \cdot 10^{-7}$; 3) $1,1 \cdot 10^{-6}$
 4) $4,8 \cdot 10^{-15}$; 5) $4,8 \cdot 10^{-17}$

3. Ерітіндінің иондық күші

- 1) 0,0005 2) 0,005 3) 0,05 4) 0,1

тең болған жағдайда күміс ацетатының реалдық ерігіштік константасын есептеңіз.

- Ж. 1) $4,2 \cdot 10^{-3}$; 2) $4,7 \cdot 10^{-3}$; 3) $6,1 \cdot 10^{-3}$; 4) $6,9 \cdot 10^{-3}$

4. 0,1M NaNO₃ ерітіндісіндегі қорғасын (II) оксалатының реалдық ерігіштік константасын есептеңіз.

- Ж. $6,20 \cdot 10^{-11}$

5. 0,1M KNO_3 ерітіндісіндегі қорғасын (II) роданидінің реалдық ерігіштік константасын есептеңіз.
Ж. $9,4 \cdot 10^{-5}$
6. 0,018M K_2SO_4 ерітіндісіндегі кобальт иодатының ($Co(JO_3)_2$) ерігіштік константасын есептеңіз.
Ж. $2,4 \cdot 10^{-4}$
7. Стронций оксалатының қанық ерітіндісінде ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз.
Ж. 1) $2,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 2) 0,0422 г/л
8. Күміс хроматының қанық ерітіндісіндегі ерігіштігін (моль/л және г/л) анықтаңыз.
Ж. 1) $2,75 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 2) $9,1 \cdot 10^{-3}$ г/л
9. Күміс фосфатының қанық ерітіндісіндегі оның ерігіштігін моль/л және г/л өрнектеңіз.
Ж. $4,7 \cdot 10^{-6}$ моль/л; 2) $2 \cdot 10^{-3}$ г/л
10. Кальций фосфатының қанық ерітіндісіндегі ерігіштігін моль/л және г/л анықтаңыз.
Ж. 1) $7,1 \cdot 10^{-7}$ моль/л; 2) $2,2 \cdot 10^{-4}$ г/л
11. 500,0 мл $CdCO_3$ қанық ерітіндісіндегі Cd^{2+} және CO_3^{2-} иондарының неше моль мен грамы болады?
Ж. $2,2 \cdot 10^{-6}$ моль/л; 2) $1,2 \cdot 10^{-4}$ г; 3) $6,6 \cdot 10^{-5}$ г
12. 300,0 мл $Ba_2P_2O_7$ қанық ерітіндісіндегі Ba^{2+} және $P_2O_7^{4-}$ иондарының неше моль мен грамы болады?
Ж. 1) Ba^{2+} - $1,3 \cdot 10^{-4}$ моль 2) $P_2O_7^{4-}$ - $6,5 \cdot 10^{-5}$ моль
 $1,78 \cdot 10^{-2}$ г $1,1 \cdot 10^{-2}$ г
13. 250,0 мл BiI_3 қанық ерітіндісіндегі Bi^{3+} және I^- иондарының моль саны мен массасын есептеңіз
Ж. 1) Bi^{3+} - $3,3 \cdot 10^{-6}$ моль 2) I^- - $1 \cdot 10^{-5}$ моль
 $6,8 \cdot 10^{-4}$ г $1,3 \cdot 10^{-3}$ г
14. 250,0 мл $Mg_3(PO_4)_2$ қанық ерітіндісіндегі Mg^{2+} және PO_4^{3-} иондарының моль саны мен массасын есептеңіз.
Ж. 1) Mg^{2+} - $7,5 \cdot 10^{-4}$ моль, $1,8 \cdot 10^{-2}$ г
2) PO_4^{3-} - $5 \cdot 10^{-4}$ моль; $4,75 \cdot 10^{-2}$ г
15. 0,01M KNO_3 ерітіндісіндегі кобальт оксалатының ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз.
Ж. $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $4,4 \cdot 10^{-2}$ г/л

16. 0,05M NaNO_3 ерітіндісіндегі қорғасын (II) сульфатының ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз.
Ж. $2,8 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $8,5 \cdot 10^{-2}$ г/л
17. 0,1M NaCl ерітіндісіндегі стронций карбонатының ерігіштігін моль/л және г/л есептеңіз.
Ж. $2,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $4,1 \cdot 10^{-3}$ г/л
18. 0,005M KNO_3 ерітіндісіндегі қорғасын (II) фторидінің ерігіштігі (моль/л, г/л) нешеге тең?
Ж. $2,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л 0,539 г
19. 0,1M NaNO_3 ерітіндісіндегі таллий (I) фосфатының ерігіштігі (моль/л, г/л) нешеге тең?
Ж. 1) 0,016 моль/л; 2) 11,3 г/л
20. 0,01M NaCl ерітіндісіндегі стронций сульфитінің ерігіштігін (моль/л, г/л) есептеңіз. Осы ерітіндінің 500,0 мл-де неше грамм Sr^{2+} және SO_3^{2-} болады?
Ж. 1) $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $5 \cdot 10^{-2}$ г/л;
2) Sr^{2+} - $1,3 \cdot 10^{-2}$ г;
3) SO_3^{2-} - $1,2 \cdot 10^{-2}$ г
21. 0,1M KNO_3 ерітіндісіндегі стронций фторидінің ерігіштігін (моль/л, г/л) есептеңіз. Осы ерітіндінің 300,0 мл неше грамм Sr^{2+} және F^- болады.
Ж. 1) $1,4 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 0,175 г/л;
2) Sr^{2+} - 0,0368 г;
3) F^- - 0,016 г
22. Суда нашар еритін AgCl мен Ag_2CrO_4 қанық ерітінділерінің қайсысында күміс иондарының концентрациясы көбірек болады?
Ж. AgCl - $1,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л;
 Ag_2CrO_4 - $1,3 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
23. Суда нашар еритін Ag_2CrO_4 пен Ag_3PO_4 қанық ерітінділерінің қайсысында күміс-иондарының концентрациясы төмен болады?
Ж. Ag_2CrO_4 - $1,3 \cdot 10^{-4}$ моль/л;
 Ag_3PO_4 - $1,4 \cdot 10^{-5}$ моль/л
24. Суда нашар еритін Ag_3PO_4 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 қанық ерітінділерінің қайсысында фосфат-иондарының концентрациясы жоғары болады?
Ж. Ag_3PO_4 - $4,7 \cdot 10^{-6}$ моль/л;
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ - $1,8 \cdot 10^{-8}$ моль/л;
 AlPO_4 $7,6 \cdot 10^{-9}$ моль/л

25. Концентрациясы $0,0001M$ $NaCl$ ерітіндісіндегі күміс хлоридінің ерігіштігін (моль/л) есептеп, оны қанық ерітіндісіндегі ерігіштігімен салыстырыңыз.
- Ж. $1,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л;
 $1,78 \cdot 10^{-8}$ моль/л;
 7,3 есе төмендейді
26. Концентрациясы $0,0001M$ Na_2SO_4 ерітіндісіндегі барий сульфатының ерігіштігін (моль/л) есептеп, оны қанық ерітіндісіндегі ерігіштігімен салыстырыңыз.
- Ж. 10 есе төмендейді
27. Концентрациясы $0,0008M$ Na_2SO_3 ерітіндісіндегі мыс (II) сульфитінің ерігіштігін (моль/л) жүйенің иондық күшін ескеріп есептеңіз.
- Ж. $4,75 \cdot 10^{-7}$ моль/л
28. Концентрациясы $0,0008M$ Na_2SO_3 ерітіндісіндегі күміс сульфитінің ерігіштігін (моль/л) ерітіндінің иондық күшін ескеріп есептеңіз.
- Ж. $5,0 \cdot 10^{-6}$ моль/л
29. Концентрациясы $0,001M$ $NaBr$ ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігін (г/л) жүйенің иондық күшін ескеріп есептеңіз.
- Ж. $1,07 \cdot 10^{-7}$ г/л
30. Концентрациясы $0,0025M$ Na_2CO_3 ерітіндісінде темір (II) карбонатының ерігіштігін (г/л) ерітіндінің иондық күшін ескеріп есептеңіз.
- Ж. $2,5 \cdot 10^{-6}$ г/л
31. Қорғасын (II) карбонатының қанық ерітіндісінің 250,0 мл-не $0,0048$ г $(NH_4)_2CO_3$ қосылған жағдайда қорғасын (II) карбонатының ерігіштігі неше есе төмендейді? (Есептеулерді ерітіндінің иондық күшін ескермей орындау қажет).
- Ж. 640 есе төмендейді
32. 250,0 мл $0,0001M$ $AgNO_3$ ерітіндісінде неше грамм күміс бромиді ериді.
- Ж. $2,5 \cdot 10^{-7}$ г
33. 500,0 мл $0,0008M$ K_2CrO_4 ерітіндісінде қорғасын (II) хроматының неше грамы ериді? (Ерітіндінің иондық күшін ескеріп есептеңіз).
- Ж. $5,6 \cdot 10^{-9}$ г
34. 250,0 мл $0,017$ моль/л $(NH_4)_2CO_3$ ерітіндісінде неше грамм кальций карбонаты ериді?

Ж. $7,1 \cdot 10^{-6}$ г/л

35. $0,0001M$ $SrCl_2$ және $0,0005M$ K_2SO_4 ерітінділерінің бірдей көлемдері араластырылған Жүйеде қатты фаза түзіле ме? Жауапты есептеп, дәлелдеңіз.

Ж. Түзілмейді.

36. $0,0005M$ $BaCl_2$ және $0,0001M$ $KBrO_3$ ерітінділерінің бірдей көлемдері араластырылған жағдайда жүйеде қатты фаза түзіле ме? Жауапты есептеп, дәлелдеңіз.

Ж. Түзілмейді.

37. $0,001M$ $CaCl_2$ және $0,001M$ NaF ерітінділерінің бірдей көлемдері араластырылған. Жүйеде қатты фаза пайда бола ма?

Ж. Тұнба түзіледі.

38. $10,0$ мл $0,002M$ $CsCl$ ерітіндісіне $10,0$ мл $0,001M$ $NaClO_4$ ерітіндісі қосылған. Тұнба түзіле ме?

Ж. Түзілмейді.

39. $100,0$ мл $0,001M$ $SrCl_2$ ерітіндісіне $200,0$ мл $0,003M$ Na_2CrO_4 ерітіндісі қосылған. Жүйеде тұнба түзілу жағдайы байқала ма?

Ж. Түзілмейді.

40. $100,0$ мл $0,01M$ $BaCl_2$ ерітіндісіне $0,5$ мл ($\rho=1,03$ г/см³) H_2SO_4 қосылған. Тұнба түзіле ме?

Ж. Түзіледі.

41. Құрамында $0,10$ г $AgNO_3$ және $0,10$ г $Pb(NO_3)_2$ тұздары бар көлемі $500,0$ мл ерітіндіге $1,0$ мл $0,10M$ HCl ерітіндісі қосылған. Жүйеде қандай тұнба түзіледі?

Ж. $AgCl$

42. $500,0$ мл 3% $AgNO_3$ мен $250,0$ мл 1% -ті тұз қышқыл ерітінділері араластырылған. Ерітіндіде неше грамм күміс иондары қалады?

Ж. $2,158$ г Ag^+

43. Құрамында $0,05$ г $CaCl_2$ және $0,02$ г $BaCl_2$ тұздары бар көлемі $1,0$ л ерітіндіге $1,0$ мл $0,1M$ Na_2SO_4 қосылғанда қандай тұнба түзіледі? Жауапты есептеулермен дәлелдеңіз.

Ж. $BaSO_4$

44. Құрамында $0,001M$ Na_2SO_4 және $0,001M$ Na_2CrO_4 көлемі $1,0$ л ерітіндіге біртіндеп $Pb(NO_3)_2$ ерітіндісін қосқанда қандай қосылыс бірінші тұнады? Жауапты есептеулермен дәлелдеңіз.

Ж. $PbCrO_4$

45. Құрамында $0,01\text{M Na}_3\text{PO}_4$ және $0,01\text{M NaCl}$ көлемі $1,0$ л ерітіндіге AgNO_3 ерітіндісін біртіндеп қосқанда қандай тұнба бірінші тұнады? Жауапты есептеулермен дәлелдеңіз.

Ж. Ag_3PO_4

46. Стронций сульфатын оның қанық ерітіндісінен стронций карбонатына айналуы осы жүйеде карбонат-иондарының қандай шамасында байқалады?

Ж. $\geq 2 \cdot 10^{-7}$ моль/л

47. Кальций сульфатын оның қанық ерітіндісінен кальций карбонатына айналуы осы ерітіндіде карбонат-иондарының қандай концентрациясында байқалады?

Ж. $\geq 10^{-6}$ моль/л

48. Марганец оксалатын оның қанық ерітіндісінен марганец карбонатына айналуы осы жүйеде карбонат-иондарының қандай концентрациясында байқалады?

Ж. $> 5,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л

49. Күміс хлоридін оның қанық ерітіндісінен күміс фосфатына айналуы осы жүйеде фосфат-иондарының концентрациясы қандай пәмада байқалады?

Ж. $\geq 5,9 \cdot 10^{-9}$ моль/л

50. Күміс бромидін оның қанық ерітіндісінен күміс карбонатына айналуы осы жүйеде карбонат-иондарының қандай концентрациясында байқалады?

Ж. ≥ 15 моль/л

51. Марганец (II) карбонаты толық тұнбаға түсу үшін жүйеде карбонат-иондарының концентрациясы нешеге тең болуы қажет?

Ж. $\geq 1,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л

52. Стронций фосфаты толық тұнбаға түсу үшін жүйеде фосфат-иондарының концентрациясы қандай болуы керек?

Ж. $\geq 3,2 \cdot 10^{-7}$ моль/л

53. Күміс оксалаты толық тұнбаға түсу үшін ерітіндіде оксалат-иондарының концентрациясы қандай болуы қажет?

Ж. $\geq 3,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л

54. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең болған жағдайда $0,001\text{M FeSO}_4$ ерітіндісінен темір (II) гидроксиді тұна бастайды?

Ж. рН=8.0

55. Ерітіндінің рН-ы қанша болғанда 0,01M BiCl_3 ерітіндісінен висмут гидроксиді тұна бастайды?
Ж. рН=1,5
56. Кадмий иондары гидроксид күйінде толық тұнбаға түсу үшін ерітіндінің рН-ы нешеге тең болуы қажет?
Ж. рН=10,18
57. Никель (II) иондары гидроксид күйінде толық тұнбаға түсу үшін ерітіндіде $[\text{H}^+]$ -иондарының концентрациясы қандай болуы қажет?
Ж. $2,2 \cdot 10^{-10}$ моль/л
58. Төмендегі қанық ерітінділердің
1) $\text{Mg}(\text{OH})_2$
2) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
3) $\text{Ni}(\text{OH})_2$
рН-ын есептеңіз.
Ж. 1) 10,72; 2) 7,36; 3) 8,9
59. 0,01 моль/л $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ рН-ы 1,0 тең ерітіндісін 0,1 моль/л күкіртсутегімен қанықтырғанда жүйеде қорғасын (II) сульфиді тұна ма?
Ж. Тұнады
60. 0,005 моль/л FeSO_4 рН-ы 5,0 тең ерітіндісін 0,1 моль/л H_2S қанықтырғанда жүйеде темір (II) сульфиді тұна ма?
Ж. Тұнады
61. рН-ы 7,0 тең 0,002 моль/л ZnSO_4 ерітіндісі 0,1 моль/л H_2S қанықтырылған. Жүйеде мырыш сульфиді түзіле ме?
Ж. Түзіледі
62. $\frac{2}{3}$ рамы 0,1M CH_3COOH және 0,001M CdSO_4 тұратын ерітінді 0,1 моль/л H_2S қанықтырған жағдайда жүйеде кадмий сульфиді түзіле ме?
Ж. Түзіледі
63. $\frac{2}{3}$ рамы 0,2 моль/л HCl және 0,005 моль/л ZnCl_2 тұратын ерітінді 0,1 моль/л H_2S қанықтырылған. Жүйеде мырыш сульфиді тұна ма?
Ж. Тұнады
64. $\frac{2}{3}$ рамы 0,05M HCOOH және 0,005M MnSO_4 ерітінділерінен тұратын жүйені 0,1 моль/л H_2S қанықтырған. Жүйеде қатты фаза түзіле ме?
Ж. Тұнба түзілмейді

65. 0,005 моль/л CdSO_4 ($\text{pH}=3,0$) ерітіндісіне 0,01M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісі қосылған. Жүйеде кадмий оксалаты тұна ма?
Ж. Тұнады
66. 0,01 моль/л $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ($\text{pH}=5,0$) ерітіндісіне тең 0,01M Na_2CO_3 ерітіндісі қосылған. Жүйеде кобальт (II) карбонаты тұна ма?
Ж. Тұнады
67. Концентрациясы 0,002 моль/л күміс нитраты мен 0,01M $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітінділері араластырылған. Жүйе pH -ы 4,0 тең жағдайда тұнба түзілу үрдісі байқала ма?
Ж. Тұнба түзіледі
68. 0,01M $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісінің pH -ы нешеге тең болғанда 0,01 моль/л ZnCl_2 ерітіндісінен мырыш оксалаты тұнбаға түседі?
Ж. $\text{pH}=0,36$
69. 0,005M Na_2SO_3 ерітіндісінің pH -ы нешеге тең болған жағдайда 0,0026 моль/л CaCl_2 ерітіндісінен кальций сульфиті тұнбаға түседі?
Ж. $\text{pH}=3$
70. 0,001 моль/л AgNO_3 ерітіндісінен күміс карбонаты толық тұнбаға түсу үшін 0,01M Na_2CO_3 ерітіндісінің pH -ы нешеге тең болуы қажет?
Ж. $\text{pH}=4,8$
71. Кадмий-иондары 0,01M Na_2CO_3 ерітіндісінен толық тұнбаға түсу үшін жүйенің pH -ы қаншаға тең болуы қажет?
Ж. $\text{pH}=6,7$
72. Күміс (I)-иондары 0,01M KCN ерітіндісінен толық тұнбаға түсу үшін жүйенің pH -ы нешеге тең болуы керек?
Ж. $\text{pH}=1,57$
73. 0,01M MnCl_2 және 0,01M CdCl_2 ерітінділер қоспасына 0,1M H_2S ерітіндісі қосылған. Жүйе pH -ы нешеге тең болғанда екі катионды бір-бірінен ажыратуға болады және ерітіндіде қалған Cd^{2+} иондарының концентрациясы қаншаға тең болады?
Ж. $\text{pH}=6,66$; $[\text{Cd}^{2+}] = 3,2 \cdot 10^{-19}$ моль/л
74. 0,001M FeSO_4 және 0,001M CuSO_4 ерітінділерінің қоспасына 0,01M H_2S ерітіндісі қосылған. Жүйе pH -ы нешеге тең болғанда екі катионды бір-бірінен ажыратуға болады? Жүйеде қалған Cu^{2+} -иондарының концентрациясы нешеге тең?
Ж. $\text{pH}=3,82$; $[\text{Cu}^{2+}] = 1,3 \cdot 10^{-21}$ моль/л

75. Жүйедегі сутек иондарының концентрациясы.

- 1) $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л
2) $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л
3) $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л

тең болған жағдайда жанама реакциялардың жүруін ескермей барий хроматының ерігіштігін есептеңіз.

Ж. 1) $8,2 \cdot 10^{-9}$ моль/л; 2) $8,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л; 3) $4,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л

76. Жүйенің рН-ы мына сандарға

- 1) 5,5 2) 3,5 3) 6,4

тең болған жағдайда жанама реакциялардың жүруін ескермей мырыш карбонатының ерігіштігін есептеңіз.

Ж. 1) $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 2) 0,26 моль/л; 3) $3,6 \cdot 10^{-6}$ моль/л

77. Жүйедегі сутек-иондарының концентрациясы:

- 1) $2 \cdot 10^{-6}$ моль/л
2) $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л
3) $4 \cdot 10^{-4}$ моль/л

тең болған жағдайда жанама реакциялардың жүруін ескермей стронций сульфитінің ерігіштігін есептеңіз.

Ж. 1) $2,2 \cdot 10^{-6}$ моль/л; 2) $1,1 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 3) $2,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л

78. Концентрациясы 0,05M HCl ерітіндісіндегі никель оксалатының ерігіштігін есептеңіз

Ж. $2,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л

79. Жүйедегі сутек-иондарының концентрациясы

- 1) $2 \cdot 10^{-7}$ моль/л 2) $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л 3) $3 \cdot 10^{-2}$ моль/л

тең болған жағдайда жүйеде жанама реакциялардың жүруін ескеріп барий хроматының ерігіштігін есептеңіз.

Ж. 1) $2,4 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 2) $1,4 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 3) $3,6 \cdot 10^{-3}$ моль/л

80. Жүйенің рН-ы төмендегі сандарға:

- 1) 4,75 2) 6,25 3) 7,15

тең болған жағдайда жанама реакциялардың жүруін ескеріп кальций сульфитінің ерігіштігін есептеңіз

Ж. $1,9 \cdot 10^{-1}$ моль/л; 2) $3,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 3) $1,7 \cdot 10^{-4}$ моль/л

81. Концентрациясы 0,10M NH_3 ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігін (моль/л, г/л) жанама реакцияларды ескермей есептеңіз.

Ж. $2,7 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 0,0507 г/л

82. Концентрациясы 2,0M NH_3 ерітіндісіндегі күміс иодидінің ерігіштігін (моль/л, г/л) жанама реакцияларды ескермей есептеңіз.

Ж. $6,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л; 0,016 г/л

83. 100,0 мл 1,0M NH_3 ерітіндісінде неше миллиграмм күміс бромиді ериді? (Жанама реакцияларды ескермей есептеңіз).

Ж. 50,7 мг

84. 100,0 мл 0,10M NH_3 ерітіндісінде неше миллиграмм күміс хлориді ериді? (Жанама реакцияларды ескермей есептеңіз).

Ж. 71,65 мг

85. Концентрациясы 1,0M NH_3 ерітіндісіндегі $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ерігіштігін (моль/л) жанама реакцияларды ескермей есептеңіз

Ж. $6,7 \cdot 10^{-4}$ моль/л

86. Концентрациясы 0,10M NH_3 ерітіндісіндегі күміс хлоридінің ерігіштігін (моль/л) жүйеде жүретін жанама реакцияларды ескеріп есептеңіз.

Ж. $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л

87. Концентрациясы 0,10M NH_3 ерітіндісіндегі күміс иодидінің ерігіштігін (моль/л) жүйеде жүретін жанама реакцияларды ескеріп есептеңіз.

Ж. $3,4 \cdot 10^{-6}$ моль/л

88. Концентрациясы 1,0M NH_3 ерітіндісіндегі AgSCN ерігіштігін (моль/л, г/л) жүйеде жүретін жанама реакцияларды ескеріп есептеңіз.

Ж. $3,9 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 0,6474 г/л

89. pH-ы 4 тең 0,10M NH_4NO_3 ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігін (моль/л, г/л) табыңыз.

Ж. $7,3 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $1,4 \cdot 10^{-4}$ г/л

90. pH-ы 5,4 тең 1,0M NH_4Cl ерітіндісіндегі күміс роданидінің ерігіштігін (моль/л, г/л) есептеңіз.

Ж. $1,3 \cdot 10^{-6}$ моль/л; $2,15 \cdot 10^{-4}$ г/л

91. pH-ы 7,2 тең 0,5M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ерітіндісіндегі күміс бромидінің ерігіштігі (моль/л) нешеге тең?

Ж. $2,4 \cdot 10^{-5}$ моль/л

92. pH-ы 4,0 тең 1M KCN ерітіндісіндегі күміс иодидінің ерігіштігін (моль/л) есептеңіз.

$9,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л

93. 100,0 мл 1,0M NH_3 ; массасы 0,15 г AgBr ери ме?

94. 500,0 мл 1,0М NH_3 массасы 0,20 г AgI сри ме?

Ж. Ерімейді.

95. 1,0М $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ерітіндісіндегі күміс хлориді мен күміс иодиднің ерігіштіктерін (г/л) есептеңіз. Массалары 0,05 г AgCl және 0,05 г AgI қоспасын 10,0 мл 1,0М $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ерітіндісімен өндеп, оларды бөлуге бола ма?

Ж. 6,296 г/л AgCl ; $7,8 \cdot 10^{-3}$ г/л AgI , бөлуге болады.

96. Көлемі 1,0 л суда 0,1 моль AgNO_3 , 0,1 моль NaCl және 0,7 моль NH_3 ерітілген. Осы жүйеде тұнба түзіле ме?

Ж. Түзіледі

97. Құрамында 0,1 моль/л CoCl_2 және 1,4 моль/л NH_3 бар ерітіндіге сульфид-иондарының концентрациясы 10^{-13} моль/л тең болғанша H_2S жіберілген. Осы ерітіндіде CoS тұнбаға түсе ме?

Ж. Түседі

98. Төмендегі теориялық қоспаларды шешіңіз:

- 1) AgNO_3 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SbCl_2 , KOH арт.
- 2) AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 , BaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaOH арт.
- 3) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, SnCl_2 , PbAc_2 , FeSO_4 , NaOH арт.
- 4) HgCl_2 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaOH арт.
- 5) HgCl_2 , CdSO_4 , ZnSO_4 , AlCl_3 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, NaOH арт.
- 6) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, KMnO_4 , Na_2SO_3 , NaOH арт.
- 7) AgNO_3 , SnCl_2 , CdCl_2 , CuSO_4 , FeCl_3 , ZnSO_4 , NaOH арт.
- 8) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, MgCl_2 , Na_2HPO_4 , ZnSO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 9) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, Na_3AsO_4 , ZnSO_4 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, MgCl_2 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 10) MgCl_2 , AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, HgCl_2 , Na_2HPO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 11) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_3AsO_4 , ZnSO_4 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, MgCl_2 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 12) CuCl_2 , CdCl_2 , CoCO_3 , BaCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, Hg_2Cl_2 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 13) AgNO_3 , CuSO_4 , NiSO_4 , ZnCl_2 , MnCl_2 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 14) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CuCl_2 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, FeSO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ арт.
- 15) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, SnCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NaOH арт., $\text{Al}_{\text{мер}}$ арт.
- 16) CuSO_4 , SbCl_3 , SnCl_2 , ZnSO_4 , $\text{Fe}_{\text{мер}}$, HCl орта

- 17) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , $\text{Al}_{\text{мет}}$, H_2SO_4 опра
- 18) SnCl_4 , SbCl_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 , Na_2HPO_4 , $\text{Fe}_{\text{мет}}$, H_2SO_4 опра
- 19) CuSO_4 , SbCl_3 , SnCl_2 , NiSO_4 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}_{\text{мет}}$, HCl опра
- 20) AgNO_3 , CuCl_2 , MgCl_2 , SnCl_2 , BiCl_3 , $\text{Zn}_{\text{мет}}$, HCl опра
- 21) SnCl_2 , SbCl_3 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, Na_2HPO_4 , $\text{Zn}_{\text{мет}}$, H_2SO_4 опра
- 22) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, CrCl_3 , AgNO_3 , KJ , H_2O_2 апр., NH_3 H_2O опра
- 23) BaCl_2 , CaCl_2 , AlCl_3 , CrCl_3 , H_2O_2 апр., NH_3 H_2O опра
- 24) As_2S_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, ZnCl_2 , CuSO_4 , H_2O_2 апр., NH_3 H_2O опра
- 25) As_2O_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 , H_2O_2 апр., NH_3 H_2O опра
- 26) CdCl_2 , PbAc_2 , HgCl_2 , FeCl_2 , As_2S_3 , H_2O_2 апр., NaOH опра
- 27) As_2S_3 , Sb_2S_3 , SrCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_2 , H_2O_2 апр., NaOH опра
- 28) As_2S_3 , SnS , CuCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, H_2O_2 апр., NaOH апр.
- 29) SnCl_2 , FeCl_3 , CuSO_4 , KJ апр., H_2SO_4 опра
- 30) AgNO_3 , CdSO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KJ апр., NH_3 H_2O опра
- 31) AgNO_3 , CuSO_4 , K_2CrO_4 , $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, KJ апр., H_2SO_4 опра
- 32) CuSO_4 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, FePO_4 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, KJ апр., HAc опра
- 33) CuSO_4 , K_2CrO_4 , BaCl_2 , MnCl_2 , KJ апр., H_2SO_4 опра
- 34) AgNO_3 , HgCl_2 , $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KJ апр., NH_3 H_2O опра
- 35) AgNO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2HPO_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, PbAc_2 , NH_4Ac , KJ апр., HAc опра
- 36) As_2S_3 , MgSO_4 , ZnSO_4 , CuSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр.
- 37) HgCl_2 , As_2S_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, NiSO_4 , Na_2S апр.
- 38) HgCl_2 , As_2O_3 , CuSO_4 , CdSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр.
- 39) As_2S_3 , SnS , MgCl_2 , ZnSO_4 , $\text{Cu}(\text{Ac})_2$, Na_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр.
- 40) Sb_2S_5 , As_2S_5 , CdSO_4 , MnSO_4 , AlCl_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр., NaOH опра
- 41) HgCl_2 , As_2O_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, MgSO_4 , NiSO_4 , Na_2S апр.
- 42) Sb_2S_3 , SnS_2 , FeSO_4 , AlCl_3 , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр.
- 43) Sb_2S_3 , SnS_2 , MgCl_2 , ZnSO_4 , CuAc_2 , CdCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{NH}_3$ апр.
- 44) As_2S_3 , SnS , AgNO_3 , CuSO_4 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, AlCl_3 , HgCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ апр.
- 45) SnS , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, As_2O_3 , MgSO_4 , BaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, KOH апр.

3-ТАРАУ

ГРАВИМЕТРЛІК АНАЛИЗ

3.1. Химиялық анализді орындау үшін алынатын үлгінің өлшемдісін есептеу

Зерттеуге алынатын үлгінің өлшемдісі анықталатын үлгідегі компоненттің массалық үлесіне, тұндырылатын және гравиметрлік түрлерінің массаларына, таразының сезгіштігіне және гравиметрлік түрдегі анықталатын компоненттің м.ү.-не тәуелді.

Анализге алынатын заттың массасын есептеу үшін тұндырылатын түрінің табиғатын білу керек

Тұндырылатын түрдің табиғатына байланысты зерттеуге алынатын үлгінің массалары шамамен төменде келтірілген сандарға тең болуы қажет:

аморфты, жеңіл (көбіне гидроксидтер)	0,07-0,1 г
Жеңіл кристалды (CaCO_3) (көптеген тұздар)	0,1-0,15 г
Кристалдық ауыр (BaSO_4 т.б.)	0,2-0,4 г
Кристалдық өте ауыр (AgCl , PbSO_4 т.б.)	0,5 г дейін

1-есеп. Қорғасынды PbSO_4 күйінде анықтау үшін қорғасын ацетатынан ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) неше грамм алу қажет.

Шешуі. 1. Қорғасын сульфаты ауыр кристалдық тұнбаға жатады, сондықтан оның тұндырылатын түрінің массасы 0,5 г болуы тиісті.

2. Химиялық теңдеу бойынша:



яғни

1 моль $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — 1 моль PbSO_4 алынады
X г — 0,5 г PbSO_4

$$m_{\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}} = \frac{0,5 \cdot M_{\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{PbSO}_4}}$$

немесе

$$m_{\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}} = \frac{0,5 \cdot 379,35}{303,28} = 0,62\text{г}$$

яғни анализге 0,62 г $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ алу қажет

Үлгінің массасы 0,01 г дәлдікпен есептеледі де, аналитикалық таразыда 0,0002 дәлдікпен өлшенеді

Гравиметрлік түрдің массасы бір жағынан таразының қателігіне, екіншіден тұндырылатын түрдің оптималды массасына тәуелді. Жиі пайдаланылатын аналитикалық таразылардың қателігі $1 \cdot 10^{-4}$ г. Жалпы гравиметрлік анықтаулардың салыстырмалы қателігі 0,1% жоғары болмауы тиіс, сондықтан аналитикалық таразының да қателігі гравиметрлік түрдің минималды массасынан 0,1%-тен жоғары болмауы қажет.

Сондықтан

$$m \geq \frac{1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-1}} \cdot 100, \text{ яғни } m \geq 0,1 \text{ г.}$$

Мысалы, үлгідегі А компоненті A_xB_y гравиметрлік түрде анықталады. $M(A)$ анықталатын компоненттің мольдік массасы, ал $M(A_xB_y)$ гравиметрлік түрдің мольдік массасы. Гравиметрлік түрдің минималды (ең кіші) массасы 0,1 г деп есептесе:

$$\begin{aligned} M(A_xB_y) & \text{ — } xM(A) \\ 0,1 \text{ г} & \text{ — } m(A) \\ m(Y) & = \frac{0,1 \cdot xM(A)}{M(A_xB_y)} = 0,1 \cdot F \end{aligned}$$

F - гравиметрлік фактор;

$m(Y)$ - бұл анализге алынатын үлгінің ең кіші өлшендісі.

Егер де есеп мазмұны бойынша үлгіде анықталатын құрамдас бөлгіктің м.ү белгілі болса, онда үлгінің массасын төмендегі теңдеу арқылы есептеуге болады

$$m(Y) = 0,1 \cdot F \frac{100}{\omega(A)} = \frac{xM(A)}{M(A_xB_y)} \cdot 0,1 \frac{100}{\omega(A)}$$

2-есеп. Темірді темір (III) гидроксиді күйінде тұндырып анықтау үшін құрамында 68% Fe бар Темір кенінен неше грамм алу қажет?

Шешуі. 1. Темірді анықтау үшін оны $Fe(OH)_3$ күйінде тұндырады, сондықтан - оның гравиметрлік түрінің массасы 0,1 г болуы қажет.

2. Анықталатын компонент Fe, гравиметрлік түрі Fe_2O_3 , сонда:

$$\begin{aligned} 1 \text{ моль}(Fe_2O_3) & \text{ — } 2 \text{ моль}(Fe) \\ 0,1 \text{ г} & \text{ — } x \\ x = m(Fe) & = \frac{0,1 \cdot 2M(Fe)}{M(Fe_2O_3)} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 56}{159,69} = 0,07g \end{aligned}$$

3. Есеп мазмұны бойынша кеннің 100 м.ү. темірдің м.ү. 68% тең.

Сондықтан 100 м.ү. — 68 м.ү.

$$x \text{ — } 0,07 \text{ г}$$

$$x = m(Y) = 0,07 \cdot \frac{100}{68} = 0,1g$$

Немесе жалпы теңдеуге қойып есептеуге болады:

$$m(Y) = 0,1 \cdot F \frac{100}{\omega(A)} = 0,1 \cdot \frac{2M(Fe)}{M(Fe_2O_3)} \cdot \frac{100}{\omega(Fe)} = 0,1 \cdot \frac{2 \cdot 56}{159,69} \cdot \frac{100}{68} = 0,1g$$

$m(Y)$ - анализге қажетті үлгінің массасы.

3-есеп. Массасы 0,4500 г қыздырылған $BaSO_4$ алу үшін құрамында 5% S бар тас көмір үлгісінен неше грамм алу қажет?

Шешуі. 1. Күкірттің гравиметрлік түрі $BaSO_4$, оның массасы 0,4500 г, сондықтан:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль } (BaSO_4) \text{ — } 1 \text{ моль } (S) \\ 0,4500 \text{ г — } x \text{ г} \end{array}$$

$$m(S) = \frac{0,4500 \cdot M(S)}{M(BaSO_4)} = 0,4500 \cdot F = 0,4500 \cdot 0,1371 = 0,0617 \text{ г}$$

2. Есеп мазмұны бойынша тас көмір құрамында күкірттің м.ү. 5%.
Сондықтан

$$\begin{array}{l} 100 \text{ м.ү. — } 5 \text{ м.ү. S} \\ x \text{ — } 0,0617 \text{ г} \end{array}$$

$$m(Y) = \frac{0,0617 \cdot 100}{5} = 1,234 \text{ г} \approx 1,23 \text{ г}$$

ЕСЕПТЕР

1. Темірді темір (III) гидроксиді күйінде тұндырып, темір (III) күйінде анықтау үшін неше грамм $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ қажет болады?
Ж. 0,35 г
2. Магнийді $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ түрінде анықтау үшін, құрамында 95% Mg бар құймадан неше грамм қажет?
Ж. 0,015 г
3. Тотияйын құрамындағы кристалдық суды анықтау үшін $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ үлгісінен қандай өлшемді алу қажет?
Ж. 0,42 г
4. Натрий карбонатының кристаллогидраты үлгісінде кристалдық суды анықтау үшін $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ тұзынан неше грамм алу керек?
Ж. 0,24 г
5. Мысты CuO түрінде анықтау үшін $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ үлгісінен қандай өлшемді алу қажет?
Ж. 0,47 г
6. Алюминийді алюминий гидроксиді түрінде тұндырып анықтау үшін алюмокалийлі ашудасы ($KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$) үлгісінен қандай өлшемді алу қажет?
Ж. 0,65-0,93 г
7. Күмісті $AgCl$ түрінде анықтау үшін, құрамында 85% Ag бар құймадан анализге неше грамм алу керек?
Ж. 0,44 г

8. Фосфорды $Mg_2P_2O_7$ түрінде анықтау үшін құрамында 20% P_2O_5 бар фосфориттен анализге қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 0,48 г
9. Құрамында 30% S бар сульфид кендерінен күкіртті $BaSO_4$ түрінде тұндырып анықтау үшін, осы кен үлгісінен қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 0,21 г
10. Долomit құрамында 20% MgO бар. Магнийді анықтау үшін оны $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ күйінде тұндырған. Анализді дұрыс орындау үшін долomitтен қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 0,12 г
11. Ас тұзының құрамында хлорид-иондарын анықтау үшін оны AgCl күйінде тұндырған. Ас тұзының құрамында 6% бөгде заттар болған жағдайда анализді орындау үшін осы үлгіден неше грамм алу қажет?
Ж. 0,22 г
12. Алюминийді $Al(C_9H_8NO)_3$ түрінде анықтау үшін, құрамында 15%-ке жуық алюминий бар, алюминий сульфаты үлгісінен неше грамм алу қажет?
Ж. 0,04-0,06 г
13. Кальцийді CaO түрінде анықтау үшін құрамында 59%-ке жуық Ca бар әк тасынан қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 0,12-0,12 г
14. Шойынды ондеуден кейін құрамындағы күкіртті $BaSO_4$ күйінде анықтау үшін құрамында 2% күкірт бар шойын үлгісінен қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 3,4 г
15. Дала шпатының құрамындағы Al_2O_3 анықтау үшін құрамында 7% алюминий бар үлгіден (дала шпаты) неше грамм алу қажет?
Ж. 0,53-0,76 г
16. Магnezитті CO_2 -ге анализдеу үшін оны қыздырады. Құрамында 10% бөгде заттар бар магnezиттен анализге неше грамм қажет?
Ж. 0,21 г
17. Массасы 0,2500 г $ZnNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ алу үшін мырыш сульфаты кристаллогидратынан ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) қандай өлшенді қажет болады?
Ж. 0,25 г

18. Техникалық ас тұзының құрамында 5% бөгде қоспалар бар. Хлорид иондары AgCl күйінде анықталса ($m(\text{AgCl}) = 0,500$) өлшендінің массасы қандай болуы қажет?
Ж. 0,21 г
19. Массасы 0,4500 г CaCO_3 алу үшін анализге $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ үлгісінің қандай өлшендісі қажет?
Ж. 0,468 г
20. Анализ нәтижесінде массасы 0,4350 г келтірілген BaSO_4 алу үшін, құрамында 3% бөгде қоспалары бар $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ үлгісінің неше грамы қажет?
Ж. 0,4694 г
21. Массасы 0,1522 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алу үшін, құрамында 20% MgO бар доломит үлгісінің қандай өлшендісі керек?
Ж. 0,2735 г
22. Массасы 0,1500 г қыздырылған $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алу үшін, құрамында 18% бөгде қоспалар бар карналиттен ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) неше грамм қажет?
Ж. 0,2283 г
23. Үлгі құрамында 10% CaCl_2 және 25% KCl бар. Массасы 0,4425 г келтірілген AgCl алу үшін қандай өлшенді қажет болады?
Ж. 0,60 г
24. Үлгі құрамында 12% K_2SO_4 және 15% KNO_3 бар. Массасы 0,2145 г KClO_4 алу үшін үлгіден қандай өлшенді қажет болады?
Ж. 0,54 г
25. Үлгі құрамында 35% Na_2SO_4 және 65% K_2SO_4 бар. Массасы 0,4325 г қыздырылған BaSO_4 алу үшін үлгінің қандай өлшендісі қажет?
Ж. - 0,3 г
26. Құрамында 30% S бар массасы 0,75 г пиритті өңдеп, көлемі 250 мл өлшеуіш колбасында еріткен. Осы ерітіндіден 0,35 г барий сульфатын алу үшін даярланған ерітіндіден неше мл алу қажет?
Ж. 53 мл
27. Құрамында 20% P_2O_5 бар фосфоритті өңделіп, көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбасында еріткен. Осы ерітіндінің 50 мл-нен 0,3500 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алынған. Анализге алынған фосфориттің өлшендісі қандай болғаны?
Ж. 4,47 г

3.2. Тұндырғыштар мен еріткіштердің массасын және көлемін есептеу.

Гравиметрлік анализде үлгідегі анықталатын компонентті суда нашар еритін қосылыс күйінде алады. Оны тұндыру үшін әртүрлі концентрациялы ерітінділер пайдаланылады.

Анықталатын компоненттің ерітіндіде қалған массасы өлшеу қателігінен аспаса ($1 \cdot 10^{-4}$ г), оны тұнбаға толық түсті деп есептейді. Тұндырылатын ион толық тұнбаға түсу үшін тұндырғышты химиялық теңдеу арқылы есептелген көлемінен артық алады. Тұндырғыштың артық мөлшері тұндырғыштың табиғатымен анықталады. Егерде тұндырғыш ұшқыш зат болса оны 2-3 есе артық алады, егер тұндырғыш ұшқыш болмаса оны 30-50% артық алып қоюға да болады.

4-есеп. Құрамында 0,2 г $MgCl_2$ бар ерітіндіден Mg^{2+} -ді $MgNH_4PO_4$ түрінде тұндыру үшін 0,05M Na_2HPO_4 ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыш 130% артық алынады?

Шешуі. 1. Тұну үрдісі төмендегі химиялық теңдеу бойынша жүреді:



2. Химиялық теңдеуден 1 моль $MgCl_2$ 1 моль Na_2HPO_4 -пен әрекеттесетіндігін көруге болады. Сонда

$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль } (MgCl_2) \quad \text{---} \quad 1 \text{ моль } (Na_2HPO_4) \\ 95 \text{ г/моль} \quad \text{---} \quad 142 \text{ г/моль} \\ 0,2 \text{ г} \quad \text{---} \quad x \end{array}$$

$$x = m(Na_2HPO_4) = \frac{142 \cdot 0,2}{95} = 0,302$$

3. Есеп мазмұны бойынша 0,05M Na_2HPO_4 ерітіндісі берілген. Осы ерітіндінінің 1 л-де $142 \text{ г} \times 0,05 = 7,1 \text{ г}$ Na_2HPO_4 бар. Сондықтан:

$$1000 \text{ мл} \quad \text{---} \quad 7,1 \text{ г}$$

$$x \quad \text{---} \quad 0,3 \text{ г}$$

$$x = V(\text{ер}) = \frac{0,3 \cdot 1000}{7,1} = 42,3 \text{ мл}$$

немесе

$$m(Na_2HPO_4) = \frac{C_M(Na_2HPO_4) \cdot M(Na_2HPO_4)}{1000} \cdot V$$

$$V = \frac{m(Na_2HPO_4) \cdot 1000}{C_M(Na_2HPO_4) \cdot M(Na_2HPO_4)} = \frac{0,3 \cdot 1000}{0,05 \cdot 142} = 42,3 \text{ мл}$$

4. Есеп мазмұны бойынша тұндырғыш 130% артық алынуы қажет. сондықтан

$$42,3 \text{ мл} - 100\%$$

$$x - 130\%$$

$$x = \frac{42,3 \cdot 130}{100} = 55 \text{ мл}$$

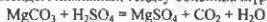
5-есеп. Құрамында 90% $MgCO_3$ бар 0,15 г магний карбонатын еріту үшін 2н. H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Еріткіш 50% артық алынады деп есептеледі.

Шешуі. 1. Берілген үлгідегі таза $MgCO_3$ массасын анықтау:

Үлгінің 100 м.ү. - 90 м.ү. $MgCO_3$
0,15 г x

$$m(MgCO_3) = \frac{0,15 \cdot 90}{100} = 0,135г.$$

2. Еру үрдісі төмендегі химиялық теңдеу бойынша жүреді:



Реакция теңдеуі бойынша

1 моль ($MgCO_3$) — 1 моль (H_2SO_4), яғни
84 г/моль — 98 г/моль
0,135 г — x

$$x = m(H_2SO_4) = \frac{0,135 \cdot 98}{84} = 0,16г$$

3. Есеп мазмұны бойынша 2 п. H_2SO_4 ерітіндісі берілген, яғни 1 л ерітіндіде $2 \times 49 = 98$ г H_2SO_4 бар. Сондықтан,

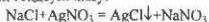
1000 мл — 98 г H_2SO_4
x — 0,16 г

$$x = V(H_2SO_4) = \frac{0,16 \cdot 1000}{98} = 1,63мл$$

V = 1,63 1,5 н 2,4 мл

6-есеп. Көлемі 100 мл 0,02M NaCl ерітіндісінен хлорид-иондарын тұндырып анықтау үшін 0,08M $AgNO_3$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады?

Шешуі. 1. Химиялық теңдеуін жазу:



2. Химиялық теңдеуі бойынша 1 моль NaCl-мен 1 моль $AgNO_3$ әрекеттеседі. Әрекеттесуші заттардың эквиваленттік факторлары 1 тең болғандықтан $v(NaCl) = n(NaCl)$, $v(AgNO_3) = n(AgNO_3)$. Эквивалент заңы бойынша $n(NaCl) = n(AgNO_3)$.

Яғни:

$$v(NaCl) C_H(NaCl) = v(AgNO_3) C_H(AgNO_3).$$

не

$$v(NaCl) C_M(NaCl) = v(AgNO_3) C_M(AgNO_3).$$

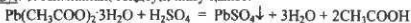
Сонда

$$v(AgNO_3) = \frac{V(NaCl) \cdot C_M(NaCl)}{C_M(AgNO_3)} = \frac{100 \cdot 0,02}{0,08} = 25,0мл$$

7-есеп. Қорғасынды қорғасын (II) ацетатынан ($Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$) $PbSO_4$ түрінде тұндырып анықтау үшін 10,56%

($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$) күкірт қышқылының қандай көлемі қажет (тұндырғышты 1,5 есе артық алғанда)?

Шешуі. 1. Химиялық теңдеуін жазу қажет:



2. PbSO_4 - ауыр кристалдық тұнба, сондықтан оның гравиметрлік түрінің массасы 0,5 г болуы қажет.

3. Химиялық теңдеу бойынша

1 моль (PbSO_4) алу үшін 1 моль (H_2SO_4) қажет

303,25 г/моль - " - 98 г/моль

0,5 г - " - x г

$$x = m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98 \cdot 0,5}{303,25} = 0,16 \text{ г.}$$

4. Есеп мазмұны бойынша тұндырғыш ретінде 10,56% H_2SO_4 берілген, сондықтан

Ерітіндінің 100 м.ү. - 10,56 м.ү. H_2SO_4 бар

x - 0,16 г

$$x = m(\text{ер}) = \frac{0,16 \cdot 100}{10,56} = 1,52 \text{ г}$$

5. Ерітіндінің көлемі $V = m/\rho$ тең, яғни $V = 1,52/1,07 = 1,4 \text{ мл}$

6. Тұндырғыш 1,5 есе артық алынуы қажет, сондықтан

$$1,4 \text{ мл} \times 1,5 = 2,1 \text{ мл.}$$

ЕСЕПТЕР

1. Магнийді анықтау үшін массасы 0,8 г карналит ($\text{KClMgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) үлгісінен ерітінді даярланған. Осы ерітіндіден магнийді тұндыру үшін $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ тұзының неше грамы қажет?

Ж. 0,51 г

2. Массасы 0,5000 г MgCO_3 еріту үшін концентрациясы 0,5н. HCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Еріткіш 50% артық алынады.

Ж. 23,8 мл

3. Массасы 0,4512 г Al сымын еріту үшін 10,1% ($\rho = 1,11$) NaOH ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. ~ 6 мл

4. Массасы 0,3000 г мырышты еріту үшін 10,5% ($\rho = 1,05$) HCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. ~ 3 мл

5. Массасы 0,5000 г кадмийді еріту үшін құрамында 7,3 г HCl бар 1,0 л ерітіндіні даярланған. Осы ерітіндінің қандай көлемі кадмийді ерітеді?

Ж. 44,5 мл

6. Массасы 0,2532 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ үлгіден SO_4^{2-} -иондарын тұндыру үшін құрамында 63,0 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ бар 1,0 л ерітіндінің қандай көлемін алу қажет?

Ж. 7,4 мл

7. Массасы 0,6500 г CaCO_3 -ті еріту үшін 9,5%-ті ($\rho = 1,045\text{г/см}^3$) HCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады?

Ж. 4,8 мл

8. Массасы 1,8510 г алюминий-аммонийлі ашудасынан $(\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ алюминийді тұндыру үшін концентрациясы 2,8% ($\rho = 0,986\text{г/см}^3$) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ерітіндісінің неше мл қажет болады? (Тұндырғышты 2 есе артық алу қажет).

Ж. 31 мл

9. Массасы 117 мг NaCl -ын тұндыру үшін м.ү. 0,15% ($\rho = 0,995\text{ г/см}^3$) AgNO_3 ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет?

Ж. 227,7 мл

10. Массасы 0,4542 г барий хлориді дигидратынан барийді тұндыру үшін 6,2% ($\rho = 1,04$) H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет?

Ж. 2,8 мл

11. Массасы 0,8812 г алюминий-калийлі ашудасы $(\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ ерітіндісінен алюминий гидроксидін тұндыру үшін 2,82% ($\rho = 0,986$) аммиак ерітіндісінен неше мл алу қажет? Тұндырғыш 250% артық алынады.

Ж. 17,5 мл

12. Анализге массасы 1,000 г CaCO_3 алынған. Кальцийді тұндыру үшін 0,20M $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады? Тұндырғыш 1,5 есе артық алынады.

Ж. 75,0 мл

13. Құрамында 1%-ке жуық күкірт бар массасы 4,6200 г үлгі алынған. Үлгі құрамындағы күкірт күкірт қышқылына дейін толық тотықтырылған. Түзілген сульфат иондарын тұндыру үшін 0,1M BaCl_2 ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 14,4 мл

14. Массасы 0,3269 г $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ үлгісінен кальцийді тұндыру үшін 0,5н. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 5,54 мл

15. KCl ерітіндісінің 1,0 л-де 6,5 г KCl бар. Осы ерітіндінің 25,0 мл-нен хлорид-иондарын тұндыру үшін 0,1н. AgNO_3 ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 21,8 мл

16. 5,0 мл 75,1% ($\rho = 1,67 \text{ г/см}^3$) H_2SO_4 ерітіндісінен SO_4^{2-} -иондарын тұндыру үшін 0,5н. BaCl_2 ерітіндісінің қандай көлемі қажет? (Тұндырғышты 1,5 есе артық алу қажет).

Ж. 192 мл

17. Құрамында 10% темірі бар массасы 0,6542 г кеннен темірді тұндыру үшін 3,3% ($\rho = 0,984$) аммиак ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғышты 200% артық деп есептеңіз.

Ж. 7,6 мл

18. Массасы 0,7022 г жездің құрамында мырыштың үлесі $1/3$, осы мырышты карбонат түрінде тұндыру үшін 6,9% ($\rho = 1,07$) натрий карбонаты ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыш 120% артық алынады.

Ж. 6,2 мл

19. Құрамында 88% Mg бар массасы 0,5225 г құймадан магнийді MgNH_4PO_4 күйінде тұндыру үшін 0,45M Na_2HPO_4 ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет? (Тұндырғышты 1,5 есе артық алу қажет).

Ж. 63,9 мл

20. Массасы 0,5224 г үлгінің құрамында 27,4% CaO бар. Осы кальцийді тұндыру үшін 0,4н. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 6,4 мл

21. Құрамында 0,2% никель бар массасы 1,8531 г құйма үлгісінен никельді тұндыру үшін 0,1% диметилглиоксим ерітіндісінен неше мл алу қажет?

Ж. 14,6 мл

22. Құрамында 5% алюминий бар массасы 0,3100 г құйма үлгісінен алюминийді тұндыру үшін 3% оксихинолин ерітіндісінен неше мл алу қажет?

Ж. 8,3 мл

23. Егер сөндірілмеген әк құрамында 20% ылғал және ерімейтін бөгде қоспалар болса, онда оның 2,0 г еріту үшін 1,0 л-де 50 г HCl бар ерітіндінің қандай көлемі қажет?

Ж. 41,7 мл

24. Массасы 0,6473 г заттың құрамында 15,3% Cl бар. Осы хлорид-иондарын тұндыру үшін 1 л-де 17 г AgNO_3 бар ерітіндінің қандай көлемі қажет болады?
Ж. 27,9 мл
25. Массасы 1,800 г кеннің құрамында 20% S бар. Осы кенді Na_2O_2 -де балқытып, 250 мл суда еріткен. Осы ерітіндінің 50 мл-нен күкіртті BaSO_4 күйінде тұндыру үшін 0,15M BaCl_2 ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет?
Ж. 15,0 мл
26. Массасы 1,3600 г құйmanın құрамында 25% Pb бар. Осы құйма көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітіліп, дистилденген сумен белгісіне дейін келтірілген. Даярланған ерітіндінің 25,0 мл-нен қорғасынды тұндырып, анықтау үшін 0,05н. H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыш 150% артық алынады.
Ж. 16,4 мл
27. Құрамында 85% күміс бар массасы 1,000 г күміс құймасын, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында еріткен. Осы ерітіндінің 50,0 мл-нен күмісті тұндыру үшін тығыздығы 1,01 г/см³ хлорсутек қыпқылының қандай көлемі қажет. Тұндырғыш 200% артық алынады.
Ж. 4,8 мл
28. Құрамында 2,5% никель бар массасы 4,2500 г құйма үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 50,0 мл-нен никельді диметилглиоксиммен тұндыру үшін 1,5% ($\rho = 0,94$) диметилглиоксим ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыштың көлемі 1,5 есе артық болуы тиісті.
Ж. ~ 8,9мл
29. Көлемі 100,0 см³ 0,01M KJ ерітіндісінен иодид-иондарын тұндыру үшін м.ү. 2% AgNO_3 ерітіндісінің қандай көлемі қажет?
Ж. ~ 85 мл
30. Көлемі 150,0 мл 0,015M NaBr ерітіндісінен бромид-иондарын тұндыру үшін 0,030M AgNO_3 ерітіндісінің қандай көлемі керек болады?
Ж. 75 мл
31. Барийді барий хлорид дигидраты үлгісінен анықтау үшін 2л. H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады. Тұндырғыш 50% артық алынады.
Ж. 2,6 мл

32. Хлорид-иондарын барий хлориді дигидраты үлгісінен тұндырып анықтау үшін 0,2М AgNO_3 ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыш 30% артық деп есептеңіз.

Ж. 22,7 мл

33. Құрамында 15% темір бар массасы 0,5000 г темір кенінен темірді темір (III) гидроксиді күйінде тұндырып анықтау үшін м.ү. 2,35% ($\rho = 0,988$) аммиак ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Тұндырғыш 200% артық деп есептеңіз.

Ж. 12,2 мл

34. Құрамында 10% Ag бар құйма үлгісінен күмісті тұндырып анықтау үшін 0,02М NaCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады? Тұндырғыш 150% артық алынады.

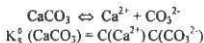
Ж. 31,3 мл

3.3. Тұнбаны жуу және оның шығынын есептеу

8-есеп. Массасы 0,3542 г CaCO_3 тұнбасы 250,0 мл сумен жуылғанда оның неше грамы ериді және шығынының м.ү. (%) нешеге тең болады? $K_s^0(\text{CaCO}_3) = 4 \cdot 10^{-9}$.

Шешуі

1. Суда нашар еритін қосылыстың иондануын жазып, K_s^0 теңдігін анықтап алу қажет



2. Ерігіштікті S не x моль/л деп белгілесе, онда

$$C(\text{Ca}^{2+}) = x \text{ моль/л}$$

$$C(\text{CO}_3^{2-}) = x \text{ моль/л, яғни}$$

$C(\text{Ca}^{2+}) = C(\text{CO}_3^{2-})$, себебі жүйеде аттас иондары жоқ.

3. Алынған мәндерді K_s^0 теңдеуіне қойып, осы жағдайда CaCO_3 -тің ерігіштігін анықтауға болады:

$$K_s^0(\text{CaCO}_3) = x \cdot x, \text{ яғни}$$

$$x = S = \sqrt{K_s^0(\text{CaCO}_3)} = \sqrt{4 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{40 \cdot 10^{-10}} = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

4. Егер осы тұнба 1,0 л сумен жуылса CaCO_3 -тің $6,3 \cdot 10^{-5}$ моль ериді, бірақ есеп мазмұны бойынша тұнба 250,0 мл сумен жуылады. Сондықтан

$$1000 \text{ мл ериді} - 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$250 \text{ мл ериді} - x$$

$$x = \nu(\text{CaCO}_3) = \frac{250}{1000} \cdot 6,3 \cdot 10^{-5} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

5. Есеп мазмұны бойынша неше грамм CaCO_3 ерітіндігін анықтау қажет, яғни мольді грамға айналдыру қажет

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль, сондықтан}$$

$$1 \text{ моль } \text{CaCO}_3 \text{ — } 100 \text{ г}$$

$$1,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль — } x \text{ г}$$

$$x = m(\text{CaCO}_3) = \frac{1,6 \cdot 10^{-5}}{1} \cdot 100 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 0,0016 \text{ г}$$

6. Тұнба шығынының м.ү.:

$$0,3542 \text{ г ериді } 0,0016 \text{ г}$$

$$100 \text{ г ериді } x$$

$$x = \omega(\text{CaCO}_3) = \frac{0,0016}{0,3542} \cdot 100 = 0,45\%$$

9-есеп. Массасы 0,3542 г CaCO_3 тұнбасын жуу үшін құрамында 0,0265 г Na_2CO_3 бар 250,0 мл ерітінді даярланған. Даярланған ерітіндімен осы тұнбаны жуғанда неше грамм CaCO_3 ериді және оның шығынының м.ү. (%) нешеге тең болады?

Шешуі

1. Тұнба жуу үшін ерітінді даярланған. Сондықтан, даярланған ерітіндінің мольдік концентрациясын анықтап алу қажет.

250,0 мл — 0,0265 г Na_2CO_3 ерітілген

$$1000 \text{ мл — } x$$

$$x = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1000}{250} \cdot 0,0265 = 0,106 \text{ г}$$

Ерітілгілік константасы теңдігінде мольдік концентрация пайдаланылатын болғандықтан массаны мольге айналдыру қажет:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль, яғни}$$

$$1 \text{ моль } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ — } 106 \text{ г}$$

$$x \text{ моль — } 0,106 \text{ г}$$

$$x = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,106}{106} \cdot 1 = 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\text{немесе } \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 1000}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V} = \frac{0,0265 \cdot 1000}{106 \cdot 250} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Сонымен, тұнба жуу үшін концентрациясы $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л ерітінді даярланған.

2. Тұнба аттас иондары бар ерітіндімен жуылады, сондықтан:

$$C(\text{Ca}^{2+}) = C(\text{CO}_3^{2-}), \text{ яғни}$$

$$C(\text{Ca}^{2+}) = x \text{ моль/л}$$

$$C(\text{CO}_3^{2-}) = (x + 10^{-3}) \text{ ж } 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$K_s^0(\text{CaCO}_3) = x(x + 10^{-3}) \text{ ж } x \cdot 10^{-3}$$

$$x = \frac{K_s^0(\text{CaCO}_3)}{10^{-3}} = \frac{4 \cdot 10^{-9}}{10^{-3}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

3. Егер тұнба 1 л ерітіндімен жуылса, онда оның $4 \cdot 10^{-6}$ моль ериді. Есеп мазмұны бойынша 250,0 мл ерітінді алынған, сондықтан

$$\begin{aligned} 1000 \text{ мл} & \text{--- } 4 \cdot 10^{-6} \text{ моль} \\ 250 \text{ мл} & \text{--- } x \\ x & = \frac{250}{1000} \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 10^{-6} \text{ моль} \end{aligned}$$

4. 8-есептегі сияқты мольді грамға айналдыру қажет.
($M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$)

$$\begin{aligned} 100 \text{ г} & \text{--- } 1 \text{ моль} \\ x \text{ г} & \text{--- } 10^{-6} \text{ моль} \\ x = m(\text{CaCO}_3) & = \frac{10^{-6}}{1} \cdot 100 = 10^{-4} \text{ г} = 0,0001 \text{ г} \end{aligned}$$

5. Тұнба шығыны (м.ү.)

$$\begin{aligned} 0,3542 \text{ г} & \text{--- } 0,0001 \text{ г} \\ 100 \text{ г} & \text{--- } x \\ x = \omega(\text{CaCO}_3) & = \frac{0,0001}{0,3542} \cdot 100 = 0,03\% \end{aligned}$$

ЕСЕПТЕР

1. SrSO_4 тұнбасы 300,0 мл сумен жуылған. Тұнбаның неше граммы ериді? $K_3^0(\text{SrSO}_4) = 3 \cdot 10^{-7}$.
Ж. 0,0302 г
2. CaC_2O_4 тұнбасы 250,0 мл сумен жуылғанда тұнбаның массасы неше грамға кемиді? $K_3^0(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 10^{-9}$.
Ж. $1,4 \cdot 10^{-3}$ г
3. MgNH_4PO_4 тұнбасы 400,0 мл сумен жуылды. Магнийдің неше граммы ерітіндіге ауысады? $K_3^0(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2,5 \cdot 10^{-13}$.
Ж. $3,5 \cdot 10^{-3}$ г
4. Массасы 0,4532 г PbCrO_4 тұнбасы 250,0 мл сумен жуылған. Тұнба шығыны неше % болады? $K_3^0(\text{PbCrO}_4) = 1,8 \cdot 10^{-14}$.
Ж. $2,4 \cdot 10^{-3}\%$
5. Массасы 0,3545 г BaSO_4 тұнбасын 250,0 мл сумен жуғанда, оның неше граммы ериді және шығынының м.ү. нешеге тең? $K_3^0(\text{BaSO}_4) = 1 \cdot 10^{-10}$.
Ж. $5,8 \cdot 10^{-4}$ г; 0,16%
6. Массасы 0,2542 г CaC_2O_4 тұнбасы 200,0 мл 0,001М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ерітіндісімен жуылған. Тұнба шығыны неше % болады? $K_3^0(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 10^{-9}$.
Ж. $2 \cdot 10^{-2}\%$

7. Массасы 0,4280 г $PbSO_4$ тұнбасын 200,0 мл 0,001 моль/л H_2SO_4 ерітіндісімен жуғанда неше грамм Pb жоғалады, тұнба шығыны неше %-ке тең болады? $K_S^0(PbSO_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$.
- Ж. $6,6 \cdot 10^{-4}$ г; 0,23%
8. $BaCrO_4$ тұнбасы 250,0 мл 0,0005M $(NH_4)_2CrO_4$ ерітіндісімен жуылғанда неше грамм Ba^{2+} және CrO_4^{2-} ерітіндіге ауысады? $K_S^0(BaCrO_4) = 1,2 \cdot 10^{-10}$
- Ж. $8 \cdot 10^{-6}$ г; $7 \cdot 10^{-6}$ г
9. $BaSO_4$ тұнбасы 300,0 мл 0,001N күкірт қышқылы ерітіндісімен жуылған. Осы тұнбаның неше грамы ериді? $K_S^0(BaSO_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$.
- Ж. $1,5 \cdot 10^{-3}$ г
10. $BaSO_4$ тұнбасын 200,0 мл сумен немесе 200,0 мл 0,001M күкірт қышқылымен жуған тиімді ме? Неліктен? $K_S^0(BaSO_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$.
11. Тұнбаны жуу үшін 750,0 мл суда 2,13 г $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ерітіндісімен Осы даярланған ерітіндінің 200,0 мл-мен CaC_2O_4 тұнбасын жуылғанда оның неше грамы ериді?
- Ж. $2,7 \cdot 10^{-6}$ г
12. Тұнбаны жуу үшін 500,0 мл суда 0,58 г Na_2CO_3 ерітілген. Осы ерітіндінің 100,0 мл-мен массасы 0,3247 г $CaCO_3$ тұнбасы жуылған. Тұнба шығыны неше %-ке тең болады? $K_S^0(CaCO_3) = 3,8 \cdot 10^{-9}$.
- Ж. $1,1 \cdot 10^{-3}$ %
13. Тұнбаны жуу үшін 1,0 л суға 1,0 мл 1N күкірт қышқылы ерітіндісін қосып жуғыш ерітінді даярланған. Осы ерітіндінің 250,0 мл-мен массасы 0,4245 г $BaSO_4$ тұнбасы жуылғанда оның шығыны неше % болады?
- Ж. $3 \cdot 10^{-3}$ %
14. CaC_2O_4 тұнбасы 300,0 мл 0,1% $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ерітіндісімен жуылған. Кальцийдің неше грамы ерітіндіге ауысады?
- Ж. $3,9 \cdot 10^{-6}$ г
15. Массасы 0,1345 г CaC_2O_4 тұнбасы м.ү. 0,1% $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ерітіндісінің 300,0 мл-мен жуылған. Тұнба шығынының м.ү. қандай? $K_S^0(CaC_2O_4) = 2,3 \cdot 10^{-9}$.
- Ж. 0,01%
16. Массасы 0,3242 г $MgNH_4PO_4$ ($K_S^0 = 2,5 \cdot 10^{-13}$) тұнбасын жуу үшін 500,0 мл суға 1,0 мл 5,25% аммиак ерітіндісін қосып, жуғыш ерітінді

даярланған. Даярланған ерітіндінің 200,0 мл-мен тұнбаны жуганда оның шығыны неше % болады?

Ж. $7,9 \cdot 10^{-2}\%$

17. Массасы 0,5454 г BaSO_4 тұнбасын жуганда оның шығыны 0,1% болу үшін, тұнбаны неше мл сумен жуу қажет?

Ж. $V = 222$ мл

18. Массасы 0,4850 г SrSO_4 тұнбасын жуганда шығыны 0,2% болу үшін оны 250,0 мл жуғыш ерітіндімен жуган. Осы жуғыш ерітіндіні даярлау үшін 1,0 л суға 1М H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемін қосу қажет?

Ж. $V = 15$ мл

3.4. Гравиметрлік факторды есептеу

Анықталатын заттың немесе оның құрамдас бөлігінің массасын гравиметрлік түрдің массасынан гравиметрлік фактор (F) арқылы есептейді

$$F = \frac{A}{B} = \frac{\text{Анықталатын компоненттің салыстырмалы мольдік массасы}}{\text{Гравиметрлік түрдің салыстырмалы мольдік массасы}}$$

Мысалы, мырыш үлгіден мырыш пирофосфаты түрінде анықталатын болса, оның гравиметрлік факторы мына катынастан анықталады:

$$F = \frac{2Zn}{Zn_2P_2O_7} \rightarrow \frac{2Zn}{Zn_2P_2O_7} \rightarrow \frac{\text{анықталатын компонент}}{\text{гравиметрлік түр}}$$

ЕСЕПТЕР

1. Фосфорды мына қосылыстар P_2O_5 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ түрінде анықтауға болады. Әр қосылысқа сәйкес фосфордың гравиметрлік факторын есептеңіз.

2. Хромды Cr_2O_3 , BaCrO_4 , PbCrO_4 , $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ түрінде анықтауға болады. Осы қосылыстарға сәйкес хромның гравиметрлік факторын есептеу қажет.

3. Төмендегі келтірілген мысалдардың әрқайсысына сәйкес гравиметрлік факторларын есептеңіз.

Анықталатын	Өлшенетін
қосылыс	түрі
1. Fe	Fe_2O_3

2. MgO	Mg ₂ P ₂ O ₇
3. K ₃ PO ₄	K ₂ PtCl ₆
4. Na ₂ B ₄ O ₇	KBF ₄
5. Co ₃ O ₄	Co ₂ P ₂ O ₇
6. CO ₂	CaMg(CO ₃) ₂
7. FeS ₂	BaSO ₄
8. P ₂ O ₅	(NH ₄) ₃ PO ₄ ·12MoO ₃

3.5. Гравиметрлік анализ нәтижелерін есептеу

Гравиметрлік анализ нәтижелері көбіне анықталатын заттың не оның құрамдас бөлігінің массасы (m) не массалық үлесі (м.ү.) (%) түрінде өрнектеледі. Сондықтан гравиметрлік анализде екі негізгі эксперименттік өлшенді білу қажет: анализге алынған үлгінің өлшендісін және осы үлгіден алынған заттың гравиметрлік түрін.

Есептеулерді сызбанұсқалар не химиялық реакциялар теңдеуін пайдаланып жүргізеді.

10-есеп. Үлгіні бромид-иондарына анализдеу нәтижесінде массасы 0,3060 г AgBr алынған. Үлгіде неше грамм бромид-ион болған?

Шешуі.

$$\begin{array}{l}
 \text{Br}^- \longrightarrow \text{AgBr} \\
 1 \text{ моль Br}^- \text{ ———— } 1 \text{ моль AgBr} \\
 x \text{ ———— } 0,3060 \text{ г} \\
 m(\text{Br}^-) = \frac{M(\text{Br}^-)}{M(\text{AgBr})} \cdot 0,3060 = \frac{79,9}{187,8} \cdot 0,3060 = 0,1301 \text{ г}
 \end{array}$$

11-есеп. Анализге темір (III) хлориді үлгісі алынып, оның құрамындағы хлорид-иондары күміс нитраты ерітіндісімен тұндырылған. Алынған AgCl массасы 0,2100 г тең. Үлгі құрамындағы FeCl₃ массасы нешеге тең болғаны?

Шешуі.

$$\begin{array}{l}
 \text{FeCl}_3 \longrightarrow 3\text{AgCl} \\
 1 \text{ моль FeCl}_3 \text{ ———— } 3 \text{ моль AgCl} \\
 x \text{ ———— } 0,2100 \text{ г} \\
 m(\text{FeCl}_3) = \frac{M(\text{FeCl}_3)}{3M(\text{AgCl})} \cdot 0,2100 = \frac{162,3}{3 \cdot 143,4} \cdot 0,2100 = 0,0792 \text{ г}
 \end{array}$$

12-есеп. Массасы 0,3556 г алюминий-калийлі ашудасының үлгісі суда ерітілген. Үлгіде сульфат иондарын анықтау үшін оны барий хлориді ерітіндісімен тұндырған. Тұнба қыздырылғаннан кейін оның массасы 0,3449 г тең болған. Үлгінің құрамында KAl(SO₄)₂·12H₂O тұзының м.ү. (%) нешеге тең?

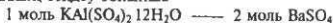
Шешуі.

1. Химиялық теңдеу жазу



Тұндырылған және гравиметрлік түрі — BaSO_4 .

2. Химиялық теңдеу бойынша



$$x \text{ --- } 0,3449 \text{ г}$$

$$m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})}{2M(\text{BaSO}_4)} \cdot 0,3449 \text{ г} = \frac{474,4}{2 \cdot 233,4} \cdot 0,3449 = 0,3505 \text{ г}$$

3. Үлгідегі $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ м.ү. анықтау.

$$0,3556 \text{ г --- } 0,3505 \text{ г}$$

$$100 \text{ г --- } x$$

$$w(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 100 \frac{0,3505}{0,3556} = 98,57\%$$

ЕСЕПТЕР

1. Фосфорит үлгісінен массасы 0,2132 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алынған. Ол 1)P; 2) P_2O_5 ; 3) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ қосылыстарының қандай массасына сәйкес болады?
2. Калий тұздары үлгісінен массасы 0,2140 г K_2PtCl_6 тұзы алынған. Бұл 1)K; 2) K_2O ; 3) K_2SO_4 қосылыстарының қандай массасына сәйкес болады?
3. Үлгіні күкіртке анализдеу нәтижесінде массасы 0,3536 г BaSO_4 алынған. Үлгіде неше грамм күкірт болғаны?
Ж. 0,0485 г
4. Массасы 1,0000 г таза барий хлоридінен неше грамм BaSO_4 алуға болады.
Ж. 1,1208 г
5. Массасы 0,3545 г BaSO_4 құрамында күкірттің массасы нешеге тең?
Ж. 0,0486
6. Массасы 0,3542 г AgBr құрамында күмістің массасы қандай?
Ж. 0,2036
7. Магнетит үлгісінен оны өңдеу арқылы массасы 0,2575 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алынған. Үлгіде неше грамм магний бар?
Ж. 0,0555 г.

8. Химиялық таза $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ үлгісінен массасы 0,3640 г BaSO_4 алынған. Осы үлгіден неше грамм AgCl алуға болады?
Ж. 0,4470
9. Массасы 0,2794 г пирит үлгісінен массасы 0,4524 г қыздырылған BaSO_4 алынған. Үлгінің құрамында S-тің м.ү. (%) нешеге тең?
Ж. 22,20%
10. Анализ жүргізу үшін алюминий сульфаты ерітіндісінің 50,0 мл алынған. Осы ерітіндіден SO_4^{2-} иондары BaSO_4 күйінде тұндырылған. Қыздырылған BaSO_4 массасы 0,2640 г тең болған. Үлгі ерітіндісінің 1л-де неше грамм SO_4^{2-} болғаны?
Ж. 2,1717 г
11. Күйма үлгісінің 0,3105 г анализге алынған. Анализ нәтижесінде массасы 0,5008 г Al_2O_3 түзілген. Күйма құрамында Al-дің м.ү. (%) нешеге тең болғаны?
Ж. 81,59%
12. Анализге өк тасы үлгісінің 0,5030 г алынған. Осы үлгіден массасы 0,3148 г CaO түзілген. Үлгінің құрамындағы Ca мен CaO м.ү. (%) есептеңіз.
Ж. Ca - 44,70%; CaO - 62,55%
13. Массасы 0,5240 г өк тасынан анализ нәтижесінде массасы 0,2220 г CaO және 0,0156 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ алынған. Өк тасының құрамындағы CaCO_3 және MgCO_3 тұздарының м.ү. (%) есептеңіз.
Ж. CaCO_3 - 75,65%; MgCO_3 - 2,15%
14. Массасы 0,5962 г криолит үлгісінен массасы 0,1105 г Al_2O_3 алынған. Минерал құрамында Na_3AlF_6 -ның м.ү. (%) нешеге тең?
Ж. 76,28%
15. Массасы 2,5000 г магнезиттен массасы 2,1820 г қыздырылған $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ түзілген. Магнезиттің құрамын Mg, MgO және MgCO_3 күйінде өрнектеп, олардың м.ү. (%) анықтау қажет.
Ж. Mg - 18,82; MgO - 31,37; MgCO_3 - 65,87
16. CaCO_3 , MgCO_3 және KCl химиялық таза препараттарының қоспасы анализденген. Қоспаның 1,4000 г-нан мынадай тұнбалар алынған: 0,2412 г CaO және 0,5462 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Қоспада KCl м.ү. (%) нешеге тең?
Ж. 39,79%
17. Жез үлгісінің 0,6520 г анализге алынған. Анализ нәтижесінде массасы 0,5200 г ZnNH_4PO_4 және массасы 0,0035 г PbSO_4 түзілген.

Жез құрамында басқа қоспалар болмаған жағдайда үлгідегі Zn, Pb және Cu м.ү. (%) есептеңіз.

Ж. Zn - 29,23; Pb - 0,37; Cu - 70,40

18. Массасы 1,5200 г FeCO_3 үлгісінен массасы 1,0000 г Fe_2O_3 түзілген. Үлгінің құрамында Fe және FeO м.ү. (%) нешеге тең болғаны?

Ж. Fe - 45,97; FeO - 59,16

19. Калий сульфиді үлгісінің 0,2302 г суда ерітіліп калий сульфатына дейін тотықтырылған. Түзілген калий сульфаты BaSO_4 күйінде тұндырылған, оның қыздырылған түрінің массасы 0,3552 г тең. Үлгінің құрамында K_2S -тің м.ү. (%) нешеге тең?

Ж. 72,72

20. KClO_3 ерітіндісінен ClO_3^- -иондары күкіртсутек қышқыл ерітіндісімен тотықсыздандырған. Түзілген хлорид-иондарын AgNO_3 ерітіндісімен тұндырып массасы 0,2542 г тұнба алынған. Химиялық реакциялар теңдеуін жазып, алынған ерітіндіде неше грамм KClO_3 болғанын анықтаңыз.

Ж. 0,2175

21. Құрамында темір бар дәріні массасы 10,65 г 10 дәрі таблеткасын біртекті үлгіге дейін ұнтақталған. Түзілген үлгіден 1,565 г алып оны HNO_3 ерітіндісінде ерітіп, аммиак ерітіндісімен тұндырып, қыздырған соң массасы 0,1670 г Fe_2O_3 алынған. Бір таблетка құрамында неше миллиграмм $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ болғаны?

Ж. 396 мг.

22. Массасы 2,5000 г алюминий құймасын өңдеу арқылы массалары 0,1739 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 0,0175 г CaO және 0,0125 г CuO қосылыстары алынған. Құйма үлгісіндегі Mg, Ca, Cu м.ү. (%) есептеңіз.

Ж. 1,50% Mg; 0,50% Ca; 0,40% Cu.

23. Массасы 3,5000 г темір аммонийлі ашудасы $(\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 20,0 мл-нен сульфат иондары BaCl_2 -мен тұндырылып, қыздырылғаннан кейін массасы 0,3221 г BaSO_4 алынған. Үлгіде Fe м.ү. (%) нешеге тең?

Ж. 11,00%

24. Массасы 0,3500 г техникалық натрий сульфидін өңдеуден кейін массасы 0,9232 г қыздырылған BaSO_4 алынған. Алынған үлгідегі күкірт пен натрий сульфидінің массалық үлесін есептеңіз.

Ж. Na_2S - 88,15%; S - 36,16%

25. Массасы 2,5172 г калий-алюминийлі ашудасы 200,0 мл суда ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл-нен сульфат иондары BaSO_4 күйінде тұндырылған. Қыздырылған BaSO_4 массасы 0,2580 г тең. Үлгінің құрамында алюминий мен SO_4^{2-} -иондарының м.ү. нешеге тең?

Ж. SO_4^{2-} - 67,45%; Al - 9,49%

26. Массасы 0,3542 г техникалық KCl көлемі 250,0 мл суда ерітілген. Осы ерітіндінің 50,0 мл-нен калийді K_2PtCl_6 күйінде тұндырып, кептіргеннен кейін тұнбаның массасы 0,1232 г тең болған. Зерттелген үлгінің құрамындағы K_2O м.ү. нешеге тең?

Ж. K_2O - 33,71%

27. Магний сульфаты ерітіндісінен магний-иондары $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ күйінде тұндырылған. Оның массасы 0,2145 г тең болған. Үлгінің құрамында неше грамм MgO болғаны?

Ж. MgO - 0,0771 г

28. Массасы 1,3542 г суперфосфаттан массасы 0,4182 г қыздырылған CaSO_4 алынған. Суперфосфаттың құрамында $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ м.ү. нешеге тең?

Ж. 23,46%

29. Массасы 1,1350 г техникалық мырыш сульфатынан массалары 0,5298 г қыздырылған $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ және 0,9052 г BaSO_4 алынған. Үлгінің құрамында ZnSO_4 пен K_2SO_4 м.ү. нешеге тең болғаны?

Ж. ZnSO_4 - 49,45%; K_2SO_4 - 59,46%

3.6. Құрғақ затқа есептеулер

Кендердің, силикаттардың және көптеген басқа техникалық препараттар мен материалдар құрамында сыртқы немесе гигроскопиялық ылғал (су) болады. Осыған байланысты анализ нәтижелерін көп жағдайда құрғақ затқа есептеуге тура келеді.

Құрғақ зат (абсолюттік құрғақ зат) дегеніміз сыртқы немесе гигроскопиялық ылғалдысыз алынған заттың құрамдас бөліктерінің қосындысы. Құрғақ зат алу үшін гигроскопиялық ылғалдықты 105-110°C қыздыру арқылы жояды.

Құрғақ затқа есептеулерді алынған өлшендіге қатысты емес, гигроскопиялық су жойылған соң қалған құрғақ заттың массасына не массалық үлесіне қатысты есептейді.

13-есеп. Техникалық натрий гидроксидін анализдеуде мынадай нәтижелер алынған (%):

NaOH	—	85,25
Na ₂ CO ₃	—	5,20
NaCl	—	0,90
Na ₂ SO ₄	—	0,20
H ₂ O	—	8,45
		100,00

Алынған нәтижелерді құрғақ затқа есептеу қажет.

Шешуі.

1. Құрғақ заттың м.ү. анықтау

$$100,00 - 8,45 = 91,55\%$$

2. Натрий гидроксиді құрамындағы құрамдас бөліктердің м.ү. осы санға байланысты мына қатынастардан анықталады:

$$\begin{array}{l} \text{NaOH} \quad 91,55\% \text{ — } 100\% \\ \quad \quad 85,25\% \text{ — } x \end{array}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{100}{91,55} \cdot 85,25 = 93,12\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad 91,55\% \text{ — } 100\% \\ \quad \quad 5,20\% \text{ — } x \end{array}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{100}{91,55} \cdot 5,20 = 5,68\%$$

$$\begin{array}{l} \text{NaCl} \quad 91,55\% \text{ — } 100\% \\ \quad \quad 0,90\% \text{ — } x \end{array}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{100}{91,55} \cdot 0,90 = 0,98\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Na}_2\text{SO}_4 \quad 91,55\% \text{ — } 100\% \\ \quad \quad 0,20\% \text{ — } x \end{array}$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{100}{91,55} \cdot 0,20 = 0,22\%$$

Барлығы: 100%

14-есеп. Құрғақ заттың құрамы 98,71% K₂SO₄ және 1,29% KCl тұрады. Егер осы заттың құрамында 2,5% гигроскопиялық су болса онда ылғал заттың құрамында K₂SO₄ пен KCl м.ү. (%) нешеге тең болады?

Шешуі

1. Құрғақ заттың м.ү. анықтау:

$$100\% - 2,50\% = 97,50\%$$

2. Құрамдас бөліктердің м.ү. ылғал үлгіде осыған байланысты есептеу:

$$\begin{array}{l} \text{K}_2\text{SO}_4 \quad 100,00\% \text{ — } 98,71\% \\ \quad \quad 97,50\% \text{ — } x \end{array}$$

$$w(K_2SO_4) = \frac{98,71}{100} \cdot 97,5 = 96,24\%$$

KCl	100,00%	—	1,29%
	97,50%	—	x

$$w(KCl) = \frac{98,71}{100} \cdot 1,29 = 1,26\%$$

ЕСЕПТЕР

1. Доломиттің құрамында 5,0% CO_2 және 3,0% гигроскопиялық ылғалдық бары анықталған. Абсолютті құрғақ затта CO_2 -нің м.ү. нешеге тең?
2. Ылғалдығы 7,50% кен сынамасында 25,54% темір бар. Абсолюттік құрғақ сынамада темірдің м.ү. нешеге тең?
3. Қорғасын кенінің құрамында 4,12% Pb және 8,42% ылғалдық бары анықталған. Абсолюттік құрғақ үлгіде Pb м.ү. нешеге тең болады?
Ж. 4,50
4. Массасы 0,3941 г ылғал суперфосфатынан массасы 0,1182 г $Mg_2P_2O_7$ алынған. Суперфосфат үлгісінің ылғалдығы 12,36% тең. Ылғал және абсолюттік құрғақ үлгідегі P_2O_5 -тің м.ү. есептеңіз.
Ж. ылғал үлгіде - 19,13%
күрғақ - 92,53%
5. Құрамында индиферентті бөгде қоспалар бар $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ үлгісінің 1,0857 г өлшендісі кептірілгенде массасы 0,0125 г гигроскопиялық су, ал арықарай қыздырғанда 0,3584 г гидраттық су жойылғандығы анықталған. Құрғақ затқа есептегенде үлгі өлшендісіндегі $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ м.ү. анықтаңыз.
Ж. 92,66%
6. Әк тас үлгісінің құрамы мынадай (%):
CaO — 84,85
MgO — 11,44
($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) — 0,90
SiO₂ — 0,71
H₂O — 2,10
Үлгіні абсолюттік құрғақ затқа есептегенде құрамы қандай болады?
7. Саз үлгісінің құрамы төмендегідей (%):
SiO₂ — 45,50
Al₂O₃ — 40,30

CaO — 1,60
 MgO — 1,20
 Fe₂O₃ — 0,90
 H₂O — 10,50

Үлгі құрамын абсолютті құрғақ зат бойынша есептеңіз.

8. Абсолюттік құрғақ өк тас үлгісін зерттегенде мынадай нәтижелер алынды (%): CaO - 76,14; MgO - 18,52; SiO₂ - 4,00; CO₂ - 1,34. Осы үлгінің екінші өлшендісінен ылғалдықтың м.ү. 8,45% тең екені анықталған. Ылғал заттың құрамында CaO, MgO, SiO₂, CO₂ м.ү. нешеге тең болады?

9. Абсолюттік құрғақ магний сульфаты үлгісінің құрамында мына заттардың м.ү. анықталады (%):

MgSO₄ - 95,95
 K₂SO₄ - 2,70
 Na₂SO₄ - 1,35

Ылғал үлгі құрамында 5,75% су болғаны анықталған. Ылғал үлгідегі құрамдас бөліктердің м.ү. есептеңіз?

Ж. MgSO₄ - 90,43%; K₂SO₄ - 2,54%; Na₂SO₄ - 1,27%

10. Силикатты анализдеу үшін массасы 1,0373 г ауада құрғақ өлшенді алынған және оның құрамында 0,5173 г SiO₂ және 0,3007 г R₂O₃ бары анықталған. Осы үлгінің екінші өлшендісінен оның ылғалдығы 3,25% тең екені табылған. Абсолютті құрғақ затқа есептегенде силикат үлгісінде SiO₂ мен R₂O₃ м.ү. қандай?

Ж. SiO₂ - 51,81%

R₂O₃ - 29,96%

3.7. Жанама анализ

Қоспа анализінде кейбір жағдайларда құрамдас бөліктерді бір таза қосылыс түрінде бөліп алып, анализ туралы толық мәлімет беруге болады. Бұл кездегі анализ нәтижелерін есептеу төмендегі мысалдармен көрсетілген.

15-есеп. Таза MgCO₃ пен BaSO₄ қоспасы құрамында 43,97% CO₂ бары анықталған. Қоспа құрамында MgCO₃ пен BaCO₃ м.ү. нешеге тең?

Шешуі

1. Қоспа құрамындағы MgCO₃ м.ү. - x BaCO₃ м.ү. - y деп белгілеп алу қажет. Сонда x+y = 100.

2. MgCO₃-тен алынатын CO₂ м.ү. - a, BaCO₃-тен алынатын CO₂ - b болады.

Сонда:

$$\begin{array}{l} \text{MgCO}_3 \text{ — CO}_2 \\ 1 \text{ моль — 1 моль} \\ x \text{ — } a \\ a(\text{CO}_2, \%) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{MgCO}_3)} \cdot x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{BaCO}_3 \text{ — CO}_2 \\ 1 \text{ моль — 1 моль} \\ y \text{ — } b \\ b(\text{CO}_2, \%) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{BaCO}_3)} \cdot y \end{array}$$

3. Есеп мазмұны бойынша CO_2 жалпы м.ү. 43,97%, сонда:
 $a+b = 43,37$, яғни

$$\frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{MgCO}_3)} \cdot x + \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{BaCO}_3)} \cdot y = 43,97$$

$$x+y = 100; \quad y = 100-x.$$

$$\frac{44}{84,3} \cdot x + \frac{44}{197,3} \cdot y = 43,97$$

$$0,52x + 0,22y = 43,97$$

$$0,52x + 0,22(100-x) = 43,97$$

$$0,52x + 22 - 0,22x = 43,97$$

$$0,30x = 21,97$$

$$x = 73,23\%$$

$$y = 100 - 73,23 = 26,77$$

$$\text{MgCO}_3 - 73,23\% \quad \text{BaCO}_3 - 26,77\%$$

16-есеп. Массасы 1,5242 г силикат үлгісінен алынған KCl мен NaCl қоспасының массасы 0,1824 г тең. Хлоридтерді AgNO_3 ерітіндісімен тұндырып, массасы 0,4045 г AgCl тұнбасы алынған. Үлгі құрамындағы Na_2O мен K_2O м.ү. есептеңіз.

Шешуі

1. Калий және натрий хлоридтерінен күміс хлориді тұнады.

$$m(\text{KCl}) = x, \quad m(\text{NaCl}) = y,$$

ал KCl -дан түзілген AgCl -нің массасын - а,

NaCl -дан түзілген AgCl массасын b деп белгілеуге болады. Сонда:



$$b = \frac{M(\text{AgCl})}{M(\text{NaCl})} \cdot y$$

$$b = \frac{143,3}{58,5} \cdot y$$



$$a = \frac{M(\text{AgCl})}{M(\text{KCl})} \cdot x$$

$$a = \frac{143,3}{74,6} \cdot x$$

$$\boxed{a + b = 0,4045 \text{ г}}$$

$$\frac{143,3}{58,5} \cdot y + \frac{143,3}{74,6} \cdot x = 0,4045$$

$$2,4496y + 1,9209x = 0,4045$$

$$x + y = 0,1824 \text{ г}$$

$$y = (0,1824 - x)$$

$$2,4496(0,1824 - x) + 1,9209x = 0,4045$$

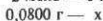
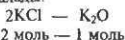
$$0,4468 - 2,4496x + 1,9209x = 0,4045$$

$$0,4468 - 0,4085 = 0,5287x$$

$$x = \frac{0,0423}{0,5287} = 0,0800 \text{ г} - \text{KCl}$$

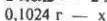
$$y = 0,1824 - 0,0800 = 0,1024 - \text{NaCl}$$

2. K_2O мен Na_2O массалары KCl мен NaCl -дын массаларынан анықталады:



$$x = m(\text{K}_2\text{O}) = \frac{M(\text{K}_2\text{O})}{2M(\text{KCl})} \cdot 0,0800 =$$

$$= \frac{94,2}{2 \cdot 74,6} \cdot 0,0800 = 0,0505 \text{ г}$$



$$x = m(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{M(\text{Na}_2\text{O})}{2M(\text{NaCl})} \cdot 0,1024 =$$

$$= \frac{62}{2 \cdot 58,5} \cdot 0,1024 = 0,0543 \text{ г}$$

3. Үлгі құрамындағы K_2O мен Na_2O м.ү. төмендегідей анықталады.

$$1,5242 \text{ г — } 0,0505 \text{ г}$$

$$100 \text{ г — } x$$

$$x = \omega(\text{K}_2\text{O}) = \frac{0,0505}{1,5242} \cdot 100 = 3,31\%$$

$$1,5242 \text{ г — } 0,0543 \text{ г}$$

$$100 \text{ г — } x$$

$$x = \omega(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{0,0543}{1,5242} \cdot 100 = 3,56\%$$

ЕСЕПТЕР

1. Массасы 0,1809 г NaCl және NaBr қоспасынан галогенидтер AgNO_3 ерітіндісімен тұндырылған. Тұнба массасы 0,3715 г тең. Қоспа құрамында NaCl мен NaBr м.ү. нешеге тең?

Ж. 36,56% - NaCl ; 63,44% - NaBr

2. Массасы 0,2120 г KCl және KJ қоспа үлгісінен массасы 0,1994 г K_2SO_4 алынған. Үлгінің құрамында неше грамм KCl және KJ болғаны?

Ж. KCl - 0,1366 г; KJ - 0,0754 г

3. Құрамында $NaCl$ және KCl бар үлгінің 0,2905 г-нан массасы 0,3502 г Na_2SO_4 және K_2SO_4 қоспасы алынған. Үлгі құрамында $NaCl$ мен KCl м.ү. нешеге тең?

Ж. 82,5% - $NaCl$; 17,5% - KCl

4. Массасы 0,1840 г доломит үлгісінен массасы 0,0915 г кальций және магний оксидтері қоспасы алынған. Доломиттің құрамындағы CaO мен MgO м.ү. есептеңіз.

Ж. CaO - 14,18%; MgO - 35,54%

5. Массасы 1,5365 г калий және литий хлоридтер қоспасынан массасы 1,6065 г K_2SO_4 алынған. Үлгіде K_2O мен Li_2O м.ү. нешеге тең болғаны?

Ж. K_2O - 56,48%; Li_2O - 3,7%

6. Массасы 1,0250 г дала шпатынан массасы 0,2321 г KCl және $NaCl$ қоспасы алынған. Осы үлгіден әрі қарай өңдеу арқылы 0,4714 г K_2PtCl_6 тұндырылған. Дала шпаты үлгісінде Na_2O м.ү. нешеге тең?

Ж. 4,53%

7. Таза барий карбонаты мен барий оксалаты қоспасының құрамында Ba м.ү. 65,22%. Үлгідегі $BaCO_3$ пен BaC_2O_4 м.ү. есептеңіз.

Ж. $BaCO_3$ - 50,23%; BaC_2O_4 - 49,77%

8. Таза натрий карбонаты мен гидрокарбонаты қоспасының құрамында Na м.ү. 30,58%. Үлгіде Na_2CO_3 пен $NaHCO_3$ м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 - 19,88%; $NaHCO_3$ - 80,12%

9. Массасы 0,5000 г K_2SO_4 және Na_2SO_4 қоспасынан массасы 0,7153 г $BaSO_4$ алынған. Қоспа құрамындағы K мен Na м.ү. есептеңіз.

Ж. K - 31,24%; Na - 9,82%

10. Массасы 0,4060 г $CaCO_3$ пен CaC_2O_4 қоспасынан тұратын үлгіден массасы 0,1960 г CaO алынған. Үлгі құрамындағы $CaCO_3$ пен CaC_2O_4 тұздарының м.ү. анықтаңыз

Ж. $CaCO_3$ - 37,00%; CaC_2O_4 - 63,00%

4-ТАРАУ

ТИТРИМЕТРЛІК АНАЛИЗ

Титриметрлік анализ анықталатын компонентті анықтауға қажетті реактивтің мөлшерін (көлемін, массасын) өлшеуге негізделген.

Анализ орындау үшін концентрациясы белгілі не анықталған ерітінділер даярлауға тура келеді.

Қосымшаның кестесінде жиі қолданылатын кейбір атаулар мен өлшем бірліктері келтірілген.

4.1. Сандық анализде жиі пайдаланылатын концентрациялар

1. Проценттік концентрация не ерітіндінің м.ү.

Ерітіндінің м.ү. төмендегі қатынастан анықталады

$$\omega(\text{ер.}) = \frac{m(\text{зат})}{m(\text{ерітінді})} \cdot 100$$

мұнда:

$m(\text{зат})$ - еріген заттың массасы (г, кг);

$m(\text{ерітінді}) = m(\text{еріткіш}) + m(\text{зат})$ (г, кг);

100 - м.ү.

Мысалы. Ерітіндінің концентрациясы 15,0%. Бұл шама ерітіндінің 100 г-да 15 г еріген зат барын көрсетеді, яғни ерітінді 15 г зат + 85 г еріткіштен тұрады.

2. Мольдік концентрация дегеніміз жүйедегі еріген заттың мөлшерінің (ν - моль) осы жүйенің көлеміне қатынасы:

$$C_M(A) = \frac{\nu(A)}{V}, \quad \nu(A) = \frac{m(A)}{M(A)}$$

$$\text{онда} \quad C_M(A) = \frac{m(A)}{M(A)V(l)}, \quad C_M(A) = \frac{m(A) \cdot 1000}{M(A) \cdot V}$$

V - көлем, л

V - көлем, мл

Яғни, мольдік концентрация көлемі 1,0 л ерітіндідегі еріген заттың моль (ν) санымен анықталатын ерітінді концентрациясы.

Мысалы. Натрий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясы 0,5М тең. Бұл 1,0 л-де NaOH-тың 0,5 моль ерігенін көрсетеді, яғни

$$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ г.}$$

Сонымен:

1,0 л ерітіндіде - 0,5 моль бар, ол 20 г NaOH-қа сәйкес келеді.

3. Эквиваленттің мольдік концентрациясы (нормальді концентрация) дегеніміз - жүйедегі еріген заттың эквивалент (n) санының осы жүйе көлеміне қатынасы:

$$C_N(A) = \frac{n(f_{\text{экв}}(A)) \cdot M(A)}{V}; \quad n(A) = \frac{m(A)}{f_{\text{экв}}(A) \cdot M(A)}$$

$$C_H(A) = \frac{m(A)}{f_{\text{экв}}(A) \cdot M(A) \cdot V} \quad \text{немесе} \quad C_H(A) = \frac{m(A) \cdot 1000}{f_{\text{экв}}(A) \cdot M(A) \cdot V}$$

V - көлем, л V - көлем, мл

яғни, нормальді концентрация ерітіндінің 1,0 л көлеміндегі еріген заттың моль-эквивалент санымен өлшенеді.

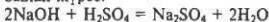
Заттың моль-эквивалент санын білу үшін реакцияға қатысатын заттардың эквиваленттік факторларын анықтап алу қажет (анықтамасын қосымшадағы кестеден қараңыз).

Эквиваленттік фактор тұрақты шама емес, ол реакцияның жүруіне байланысты. Мысалы,



бұл реакцияда H_2SO_4 молекуласы тек бір сутек-ионымен алмасады. Сондықтан, H_2SO_4 эквиваленттік факторы ($f_{\text{экв}}$) 1-ге тең болады, яғни $f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$.

Егер реакция былай жүрсен:



Күкірт қышқылы молекуласында алмасу реакциясына 2 сутек-ионы қатысады, сондықтан $f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$.

Эквиваленттің мольдік массасын анықтау үшін заттың мольдік массасын $f_{\text{экв}}(A)$ -ке көбейту қажет. Яғни, бірінші мысалда H_2SO_4 эквивалентінің мольдік массасы мына санға тең болады

$$M(f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)M(\text{H}_2\text{SO}_4)) = M(1/2) = 98 \text{ г/моль}$$

оны мына түрде жазуға болады:

$$f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2 \cdot 98 = 49 \text{ г/моль}$$

Екінші мысалда

$$f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 98 = 49 \text{ г/моль}$$

Нормальді концентрацияны C_H деп белгілесек, онда:

$$C_H(f_{\text{экв}}(x)x) = \frac{n(x)}{V}$$

Мысалы, 1 н. H_3PO_4 берілген болса, бұл 1,0 л ерітіндіде H_3PO_4 -ның 1 эквиваленті ерітілгенін көрсетеді. Яғни, егер реакцияда 3 сутек-ионы алмасса, онда

$$f_{\text{экв}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3}$$

Эквиваленттің мольдік массасы

$$f_{\text{экв}}(\text{H}_3\text{PO}_4)M(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3} \cdot 98 = 32,67 \text{ г/моль}$$

Бұл 1,0 л ерітіндіде 32,67 г H_3PO_4 ерігенін көрсетеді.

Мольдік концентрация мен нормальді концентрациялар арасында мына қатынас орын алады:

$$C_M(A) = f_{\text{экв}}(A)C_H(A)$$

Мысалы, 1 н. H_2SO_4 ерітінді болса, оның мольдік концентрациясы ($f_{экв}(H_2SO_4) = \frac{1}{2}$ тең болған жағдайда):

$$C_M(H_2SO_4) = \frac{1}{2} = 0,5M$$

4. Титр. 1,0 мл ерітіндідегі грамм не миллиграмм санымен анықталады (қосымшадағы кесте).

$$T_A = \frac{m(A) - \text{заттың массасы, г}}{V - \text{ерітінді көлемі, мл}}$$

Ерітіндінің титрін нормальді концентрация арқылы да өрнектеуге болады.

$$T_A = \frac{C_N(A) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000}$$

Мысалы, $T_{H_2SO_4} = \frac{C_N(H_2SO_4) \cdot f_{экв}(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4)}{1000}$

Сонымен қатар, анализде анықталатын қосылыс бойынша титр деген ұғымда жиі пайдаланады. Ол мына түрде өрнектеледі:

$$T_{A/B} = \frac{C_N(A) \cdot f_{экв}(B) \cdot M(B)}{1000}$$

Мұнда: А - анықтаушы реагенттің молекулалық формуласы;

В - анықталатын заттың молекулалық формуласы.

Ерітіндінің титрі бұл әдіспен өрнектелетін болса, онда анықталатын заттың массасын есептеу үшін титрді жұмсалған анықтаушы реагенттің көлеміне көбейту қажет,

$$m(B) = T_{A/B} V(A)$$

Мысалы,

$$T_{HCl/CaCO_3} = \frac{C_N(HCl) \cdot f_{экв}(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3)}{1000}$$

$$m(CaCO_3) = T_{HCl/CaCO_3} \cdot V(HCl)$$

Титрлеу одісімен қосылыстарды анықтау эквиваленттік нүктеде заттардың бір-бірімен эквивалентті мөлшерде әрекеттесуіне негізделген, яғни $n(A) = n(B)$

Қышқыл-негіздік титрлеуде:

$$n(\text{қышқыл}) = n(\text{негіз})$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{C_N(H_2SO_4) \cdot V(H_2SO_4)}{1000}$$

$$n(NaOH) = \frac{C_N(NaOH) \cdot V(NaOH)}{1000}$$

сонда

$$C_N(H_2SO_4) V(H_2SO_4) = C_N(NaOH) V(NaOH)$$

Бұл тура титрлеу одісінің негізгі теңдеуі. Осы теңдеуден кез-келген титрленетін жүйенің концентрациясын не көлемін анықтауға болады.

Мысалы:

$$C_N(H_2SO_4) = \frac{C_N(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(H_2SO_4)}$$

Концентрацияны біле тұрып T , m , ω анықтауға болады.

$$T_A = \frac{C_N(A) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000}$$

$$m(A) = T_A \cdot V_K = \frac{C_N(A) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot V_K$$

V_K - ерітіндінің жалпы көлемі, мл

$C_N(A)$ титрлеу арқылы анықталатын болса, онда:

$$m(A) = \frac{C_N(B) \cdot V(B) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V(A)}$$

Мұнда: $V(A)$ - аликвот (анализге алынған пипетка көлемі), мл

V_K - колба көлемі, мл

Егер есеп мазмұны бойынша құрамдас бөліктің м.ү. (%) анықтау қажет болса, онда зерттеуге алынған үлгі өлшендінің массасын пайдаланып, ω анықтайды, яғни

$$\omega(A) = \frac{C_N(B) \cdot V(B) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V(A)} \cdot \frac{100}{m(\gamma)}$$

$m(\gamma)$ - үлгі массасы, г

Сонымен қатар, титриметрлік анализде кері титрлеу әдісі де жиі қолданылады.

Бұл әдісте концентрациясы дәл анықталған ерітіндінің белгілі көлемі артығымен алынады, ол анықталатын компонентпен әрекеттеседі, бірақ артық болғандықтан оның белгілі мөлшері жүйеде қалады. Сол қалған мөлшерді титрантпен титрлеп анықтайды. Сонда:

$$n(Ap) = n(A) + n(T)$$

Мұнда: $n(Ap)$ - артық алынған ерітіндінің эквивалент саны;

$n(A)$ - анықталатын заттың эквивалент саны;

$n(T)$ - титранттың эквивалент саны.

Осы теңдеуден

$$n(A) = n(Ap) - n(T)$$

немесе

$$C_N(A) V(A) = C_N(Ap) V(Ap) - C_N(T) V(T)$$

$$m(A) = \frac{C_N(A) \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot V_K = \frac{[C_N(Ap) \cdot V(Ap) - C_N(T) \cdot V(T)] \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot V_K$$

немесе

$$m(A) = \frac{[C_N(Ap) \cdot V(Ap) - C_N(T) \cdot V(T)] \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V(A)}$$

$$\omega(A) = \frac{[C_N(Ap) \cdot V(Ap) - C_N(T) \cdot V(T)] \cdot f_{экв}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot \frac{V_K}{V(A)} \cdot \frac{100}{m(\gamma)}$$

4.2. Қышқыл-негіздік титрлеу

Тақырылқа арналған есептер шешу жолдарының мысалдары.

1-есеп. Көлемі 0,5 л ерітіндіде 9,8 г H_2SO_4 ерітілген. Осы ерітіндінің мольдік және нормальды концентрациясын есептеңіз (сүтек иондары реакцияда толық алмасалы).

Шешуі. 1-жолы.

Анықтама бойынша ерітіндінің мольдік концентрациясы (қосымша-кесте) мына теңдеу бойынша есептеледі:

$$C_M(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4) \cdot V} = \frac{9,8}{98 \cdot 0,5} = 0,2 \text{ моль/л}$$

яғни ерітіндінің мольдік концентрациясы 0,2 моль/л

Мольдік концентрация мен нормальді концентрация арасында мына байланыс орын алады:

$$C_M(H_2SO_4) = f_{\text{экв}}(H_2SO_4) C_n(H_2SO_4)$$

$$f_{\text{экв}}(H_2SO_4) = \frac{1}{2}$$

$$0,2 = \frac{1}{2} C_n(H_2SO_4); \quad C_n(H_2SO_4) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ моль/л}$$

яғни $C_n(H_2SO_4) = 0,4 \text{н.}$

2-жолы. Мольдік және нормальді концентрациялар ерітіндінің 1,0 л қатысты қарастырылады. Сондықтан алдымен осы ерітіндінің 1 л-де неше грамм H_2SO_4 болатындығын анықтап алуға болады:

$$0,5 \text{ л} \quad \text{—} \quad 9,8 \text{ г } H_2SO_4$$

$$1,0 \text{ л} \quad \text{—} \quad x$$

$$x = m(H_2SO_4) = \frac{1,0}{0,5} \cdot 9,8 = 19,6 \text{ г}$$

Ерітіндінің мольдік концентрациясын анықтау үшін H_2SO_4 -тің мольдік массасын білу қажет, яғни $M(H_2SO_4) = 98 \text{ г/моль}$

$$1 \text{ моль} \quad \text{—} \quad 98 \text{ г}$$

$$x \quad \text{—} \quad 19,6 \text{ г}$$

$$x = \nu(H_2SO_4) = \frac{19,6}{98} \cdot 1 = 0,2 \text{ моль}$$

немесе

$$\nu(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)}$$

Сонымен, $C_M(H_2SO_4) = 0,2 \text{ моль/л}$ не $0,2 \text{М}$. Ерітіндінің нормальді концентрациясын анықтау үшін қосылыстың эквиваленттік факторы мен эквиваленттің мольдік массасын білу қажет.

$$f_{\text{экв}}(H_2SO_4) = \frac{1}{2} \quad M(H_2SO_4) = 98 \text{ г/моль},$$

сонда $f_{\text{экв}}(H_2SO_4) M(H_2SO_4) = \frac{1}{2} \cdot 98 = 49 \text{ г/моль}$.

1 экв — 49 г

x экв — 19,6 г

$$x = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{19,6}{49} \cdot 1 = 0,4 \text{ моль/л}$$

$C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ моль/л}$ немесе 0,4 н.

3-жолы.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_K}{1000}$$

$$C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 1000}{f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_K}$$

$$C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{9,8 \cdot 1000}{\frac{1}{2} \cdot 98 \cdot 500} = 0,4 \text{ н}$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot C_n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ моль/л.}$$

2-есеп. Массалық үлесі 23,95% ($\rho=1,17$) H_2SO_4 ерітіндісінің мольдік және нормальді концентрациясын есептеңіз (реакцияда екі сутек-ионы да алмасады).

Шешуі. 1-жолы.

Мольдік және нормальді концентрациялар 1,0 л көлемге қатысты қарастырылатын болғандықтан, ерітіндінің 1,0 л-нің массасын білу қажет, яғни

$$m = V\rho = 1000 \cdot 1,17 = 1170 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{ер-ді})} \cdot 100 \Rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)}{100} \cdot m(\text{ер-ді})$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{23,95}{100} \cdot 1170 = 280,22 \text{ г.}$$

яғни осы ерітіндінің 1,0 л-де 280,22 г H_2SO_4 болады, сонда:

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_K} = \frac{280,2}{98 \cdot 1} = 2,86 \text{ моль/л}$$

$$C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{C_M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2,86}{1/2} = 5,72 \text{ моль/л}, \quad C_n = 5,72 \text{ н.}$$

2-жолы.

1. 1,0 л-дің массасын есептеу:

$$m = V\rho = 1000 \cdot 1,17 = 1170 \text{ г.}$$

2. 1,0 л-де еріген заттың массасын анықтау:

$$\begin{aligned}
 &100 \text{ г ерітіндіде} \quad \text{—} \quad 23,95 \text{ г} \\
 &1170 \text{ г ерітіндіде} \quad \text{—} \quad x \\
 &x = m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{23,95}{100} \cdot 1170 = 280,22 \text{ г.}
 \end{aligned}$$

3. Ерітіндінің мольдік концентрациясын анықтау үшін еріген заттың мольдік массасын білу қажет.

$$\begin{aligned}
 &M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль} \\
 &1 \text{ моль} \quad \text{—} \quad 98 \text{ г} \\
 &x \quad \quad \quad \text{—} \quad 280,22 \text{ г} \\
 &x = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{280,22}{98} \cdot 1 = 2,86 \text{ моль.} \quad C_M = 2,86 \text{ моль/л}
 \end{aligned}$$

4. Нормальді концентрацияны анықтау үшін эквиваленттің мольдік массасын білу керек, яғни $f_{\text{эkv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 98 = 49 \text{ г/моль.}$

$$\begin{aligned}
 &i \text{ экв} \quad \text{—} \quad 49 \text{ г} \\
 &x \quad \quad \quad \text{—} \quad 280,22 \text{ г} \\
 &x = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{280,22}{49} \cdot 1 = 5,72 \\
 &C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5,72 \text{ моль/л} \quad \text{немесе} \quad 5,72 \text{ н.}
 \end{aligned}$$

3-есеп. Көлемі 2,0 л 2н. H_2SO_4 ерітіндісін даярлау үшін 38,6% ($\rho=1,29$) күкірт қышқылы ерітіндісінің қандай көлемі қажет? Реакцияда сутек иондары толық алмасады деп есептеңіз.

Шешуі. 1-жолы.

1. 2,0 л 2н H_2SO_4 ерітіндісін даярлау үшін H_2SO_4 -тің қажетті массасын есептеп алу қажет. Нормальді концентрация анықтамасы бойынша:

$$\begin{aligned}
 &C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{f_{\text{эkv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V} \\
 &m(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot f_{\text{эkv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V; \\
 &m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 98 \cdot 2 = 196 \text{ г.}
 \end{aligned}$$

2. Даярлауға берілген ерітіндінің массасын есептеу. Ерітіндінің проценттік концентрациясы төмендегі теңдік бойынша анықталады:

$$\begin{aligned}
 &\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{ер-ді})} \cdot 100 \\
 &m(\text{ер-ді}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot 100 \\
 &\text{сонда,} \quad m(\text{ер-ді}) = \frac{196}{38,6} \cdot 100 = 507,8 \text{ г}
 \end{aligned}$$

3. Көлемді есептеу:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{507,8}{1,29} = 393,6 \text{ мл}$$

2-жолы.

1. H_2SO_4 эквивалентінің мольдік массасын есептеу:

$$f_{\text{экв}}(H_2SO_4) = \frac{1}{2}$$

$$f_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) = \frac{1}{2} \cdot 98 = 49 \text{ г/моль.}$$

2. H_2SO_4 1 экв — 49 г

 2 экв — x

$$m(H_2SO_4) = 2 \cdot 49 = 98 \text{ г}$$

3. 1,0 л 2н. H_2SO_4 даярлау үшін 98 г H_2SO_4 қажет. Есеп мазмұны бойынша 2,0 л қажет, сондықтан

$$1,0 \text{ л} — 98 \text{ г}$$

$$2,0 \text{ л} — x$$

$$x = m(H_2SO_4) = 98 \cdot 2 = 196 \text{ г.}$$

4. 196 г берілген ерітіндінің қандай массасында болатындығын анықтау:

Ерітіндінің 100 г — 38,6 г

 x — 196 г

$$x = m(\text{ер-ді}) = \frac{196}{38,6} \cdot 100 = 507,8 \text{ г.}$$

5. Ерітіндінің массасын тығыздық арқылы көлемге айналдыру:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{507,8}{1,29} = 393,6 \text{ мл}$$

3-жолы.

1. Берілген ерітіндінің 1,0 л өнің массасын есептеп алу:

$$m = V \rho = 1000 \cdot 1,29 = 1290 \text{ г}$$

2. Массалық үлес теңдеуінен берілген ерітіндінің нормальді концентрациясын есептеу:

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{C_H(H_2SO_4) \cdot f_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4)}{1000} \cdot V_K \frac{100}{m}$$

$$C_H(H_2SO_4) = \frac{\omega(H_2SO_4) \cdot m \cdot 1000}{f_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) \cdot V_K \cdot 100}$$

$$C_H(H_2SO_4) = \frac{38,6 \cdot 1290 \cdot 1000}{\frac{1}{2} \cdot 98 \cdot 1000 \cdot 100} = 10,16$$

3. Ерітінді даярлауға қажетті көлемді төмендегі теңдіктен анықтауға болады:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$10,16 V_1 = 2,0 \cdot 2000$$

$$V(H_2SO_4) = \frac{2,0 \cdot 2000}{10,16} = 393,7 \text{ мл}$$

4-есеп. Көлемі 500,0 мл 0,2 н. КОН ерітіндісін даярлау үшін 4,0 н. КОН ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет?

Шешуі. Концентрациялары бірдей өлшем бірлікпен анықталған жағдайларда, есепті шешу үшін төмендегі теңдікті пайдалануға болады:

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

яғни

$$\begin{array}{cc} 500,0,2 & - & V_2 4,0 \\ \text{даярлауға} & & \text{берілген} \\ \text{қажет} & & \end{array}$$

сонда
$$V = \frac{500 \cdot 0,2}{4,0} = 25,0 \text{ мл}$$

5-есеп. 0,15 н. натрий гидроксиді ерітіндісін даярлау үшін 600 мл 0,25 н. NaOH ерітіндісіне неше мл су қосу қажет?

Шешуі. x - деп қосылатын судың көлемін белгілеп алса, онда жаңа ерітіндінің жалпы көлемі $(x+600)$ мл болады, оның концентрациясы 0,15 н. болуы тиіс.

Сонда:

$$(x+600) 0,15 = 600 \cdot 0,25$$

$$x = \frac{600 \cdot 0,25 - 600 \cdot 0,15}{0,15} = 400 \text{ мл } H_2O$$

6-есеп. Түз қышқылының мына ерітінділері аралыстырылған: 200,0 мл 0,15 н.; 150,0 мл 0,20 н.; 250,0 мл 0,25 н. Түзілген ерітіндінің концентрациясы нешеге тең?

Шешуі. Ерітіндінің жалпы көлемі:

$$V = 200 + 150 + 250 = 600.$$

x - деп түзілген ерітіндінің концентрациясын белгілесек, онда:

$$200,0 \cdot 0,15 + 150,0 \cdot 0,20 + 250,0 \cdot 0,25 = 600 x$$

$$x = 0,20 \text{ н.}$$

7-есеп. 200,0 мл 0,50 н. Na_2CO_3 ерітіндісіне 300,0 мл су қосылған. Түзілген ерітіндінің концентрациясы нешеге тең?

Шешуі.

Түзілген ерітіндінің жалпы көлемі: $V = 200 + 300 = 500 \text{ мл.}$

Сонда:

$$200 \cdot 0,50 = 500 \cdot C_x$$

$$C_x = \frac{200}{500} \cdot 0,50 = 0,20 \text{ н.}$$

8-есеп.

Бура ерітіндісінің $T_{Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O/HCl} = 0,003650$. Осы ерітіндінің $T_{Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O}$ және нормальді концентрациясын есептеңіз.

Шешуі.

1. Титрі анықталатын зат бойынша берілген, сондықтан

$$T_{Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O / HCl} = \frac{C_H(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) \cdot f_{экв}(HCl) \cdot M(HCl)}{1000} = \\ = \frac{C_H \cdot 1 \cdot 36,5}{1000} = 0,003650 \text{ г/мл}$$

$$C_H(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) = \frac{0,003650 \cdot 1000}{36,5} = 0,1 \text{ н}$$

$$T_{Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O} = \frac{C_H(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) \cdot f_{экв}(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) \cdot M(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O)}{1000} \\ f_{экв}(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) = \frac{1}{2}$$

$$M(Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O) = 381,7 \text{ г/моль}$$

Сондықтан

$$T_{Na_2B_4O_7 \cdot 12H_2O} = \frac{0,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 381,7}{1000} = 0,019085 \text{ г/мл}$$

9-есеп. Көлемі 250,0 мл 0,1н. Na_2CO_3 ерітіндісін даярлау үшін неше грамм Na_2CO_3 алу қажет?

Шешуі. Есеп мазмұны бойынша $m(Na_2CO_3)$ есептеу қажет. Ол үшін мына теңдеуді пайдалануға болады.

$$T_{Na_2CO_3} = \frac{C_H(Na_2CO_3) \cdot f_{экв}(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3)}{1000} \\ m(Na_2CO_3) = T_{Na_2CO_3} \cdot V, \quad \text{сондықтан} \\ m(Na_2CO_3) = \frac{C_H(Na_2CO_3) \cdot f_{экв}(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3)}{1000} \cdot V \\ m(Na_2CO_3) = \frac{0,1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 106}{1000} \cdot 250 = 1,3250 \text{ г}$$

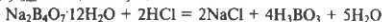
10-есеп. Құрамында 5% бөгде қоспалар бар КОН үлгісінен 500,0 мл 0,5 н. КОН ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?

Шешуі. Үлгінің құрамында $100 - 5 = 95\%$, яғни үлгіде таза КОН м.ү. 95% . Сондықтан, мына теңдеуді пайдалануға болады:

$$\omega(KOH) = \frac{C_H(KOH) \cdot f_{экв}(KOH) \cdot M(KOH)}{1000} \cdot V_K \cdot \frac{100}{m} \\ m(KOH) = \frac{C_H(KOH) \cdot f_{экв}(KOH) \cdot M(KOH)}{1000} \cdot V_K \cdot \frac{100}{\omega} \\ m(KOH) = \frac{0,5 \cdot 1 \cdot 56,1}{1000} \cdot 500 \cdot \frac{100}{95} = 14,763 \text{ г}$$

11-есеп. Массасы 11,4897 г техникалық бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 10,00 мл титрлеу үшін 10,60 мл 0,1060 н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Өлшендіде таза $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ м.ү. нешеге тең?

Шешуі. Бура ерітіндісі HCl ерітіндісімен титрленетін болғандықтан, реакция теңдеуін жазып, реакцияға қатынасатын заттардың $f_{\text{экв}}$ анықтап алу қажет.



$$f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2}$$

$$f_{\text{экв}}(\text{HCl}) = 1$$

Енді өлшендідегі $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ м.ү. төмендегі теңдік арқылы есептеледі:

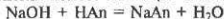
$$\omega(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{C_{\text{н}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O})}{1000} \times \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}} \cdot \frac{100}{m(\gamma)}$$

мұнда $V_{\text{а}}$ - аликвот.

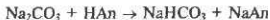
$$\omega(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,60 \cdot 0,1060 \cdot \frac{1}{2} \cdot 381,4}{1000} \cdot \frac{500}{10,00} \cdot \frac{100}{11,4897} = 93,24\%$$

4.3. Натрий гидроксиді, натрий гидрокарбонаты мен карбонаты қоспаларының массасын және м.ү. есептеу

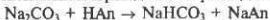
Натрий гидроксиді ерітіндісі қышқылдармен бір сатыда титрленеді (фенолфталеин немесе метилқызылты қатысында):



Натрий карбонаты қышқылдармен титрленгенде реакция екі сатыда жүреді:

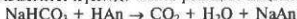


Титрлеу қисығында екі эквивалентті нүкте пайда болады. Екі түрлі индикатор, мысалы фенолфталеин мен метилқызылты қолданып, бірінші және екінші эквивалентті нүктелерді анықтауға болады. Бірінші эквивалентті нүктеде мына реакцияның



аяқталғаны фенолфталеиннің түссізденуімен анықталады, яғни фенолфталеин қатысында Na_2CO_3 -тің 1/2 титрленеді.

Екінші эквивалентті нүктеде мына реакция аяқталады



Реакцияның аяқталғанын байқау үшін метилқызылты индикаторы пайдаланылады. Эквивалентті нүктеде ерітінді сары түстен қызғылт түске боялады.

NaHCO_3 -ті Na_2CO_3 -тің $1/2$ бөлігі деп қарастыруға болады.

Сонымен, қорытып айтқанда Na_2CO_3 жартысы фенолфталеин, ал екінші жартысы метилқызылт қатысында титрленеді. Екі индикатор қолданып Na_2CO_3 ; $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ және $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ қоспаларын анықтауға болады. Бір ерітіндіден екі индикатор пайдаланып титрлеуде 5 мысал байқауға болады.

1. Фенолфталеин (V_{ϕ}) мен метилқызылт (V_M) қатысында жұмсалған қышқылдың көлемдері бірдей, яғни

$$V_{\phi}(\text{HAn}) = V_M(\text{HAn})$$

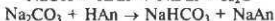
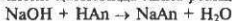
Бұл жағдайда ерітіндіде Na_2CO_3 болғаны, яғни фенолфталеин қатысында $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$, ал қалған $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ (NaHCO_3) метилқызылт қатысында титрленеді. Сонымен, Na_2CO_3 -ті титрлеуге $2V_{\phi}(\text{HAn})$ не $2V_M(\text{HAn})$ жұмсалады.

2. Фенолфталеин қатысында жұмсалған қышқылдың көлемі метилқызылт қатысында жұмсалған қышқылдың көлемінен жоғары:

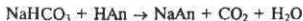
$$V_{\phi}(\text{HAn}) > V_M(\text{HAn})$$

Бұл жағдайда ерітіндіде NaOH пен Na_2CO_3 қоспасы болғаны.

Себебі, фенолфталеин қатысында мына реакциялар жүреді:



Метилқызылт қатысында Na_2CO_3 қалған жартысы титрленеді, яғни NaHCO_3 .



Сонымен:

фенолфталеин қатысында $\text{NaOH} + \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ титрленеді,

метилқызылт қатысында $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$

$\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ -қа жұмсалған HAn көлемі: $V_M(\text{HAn})$

Na_2CO_3 -қа жұмсалған HAn — $2V_M(\text{HAn})$

NaOH -қа жұмсалған HAn көлемі: $V_{\phi}(\text{HAn}) - V_M(\text{HAn})$

Қоспа құрамы мына теңдеулермен анықталады:

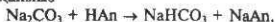
$$m(\text{NaOH}) = \frac{C_N(\text{HAn}) \cdot [V_{\phi}(\text{HAn}) - V_M(\text{HAn})] \cdot f_{\text{экв}}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) V_K}{1000 V_A}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_N(\text{HAn}) \cdot 2V_M(\text{HAn}) \cdot f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) V_K}{1000 V_A}$$

3. Метилқызылт қатысында жұмсалған қышқылдың көлемі фенолфталеин қатысында жұмсалған көлемінен артық, яғни

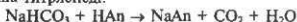
$V_M(\text{HAn}) > V_{\phi}(\text{HAn})$, бұл жағдайда ерітіндіде Na_2CO_3 пен NaHCO_3 қоспасы болғаны.

Бұл жағдайда фенолфталеин қатысында мына реакцияның аяқталғанын байқаймыз



яғни $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ титрленеді.

Қалған $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ және қоспа құрамындағы NaHCO_3 мына реакция бойынша титрленеді:



Сонымен:

Фенолфталеин қатысында $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$, ал метилқызылт қатысында

$\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ титрленеді.

Яғни

$\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ титрлеуге — $V_\phi(\text{HAn})$

Na_2CO_3 титрлеуге — $2V_\phi(\text{HAn})$

ал NaHCO_3 — $[V_M(\text{HAn}) - V_\phi(\text{HAn})]$ қышқыл көлемдері жұмсалады. Қоспа құрамы мына теңдеулермен анықталады:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_n(\text{HAn}) \cdot 2V_\phi(\text{HAn}) \cdot f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V_K}{1000 \cdot V_A}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = \frac{C_n(\text{HAn}) \cdot [V_M(\text{HAn}) - V_\phi(\text{HAn})] \cdot f_{\text{экв}}(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) \cdot V_K}{1000 \cdot V_A}$$

4. Метилқызылт қатысында жұмсалған қышқылдың көлемі нольге тең, яғни

$$V_\phi(\text{HAn}) > 0.$$

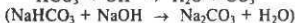
Ерітіндіде тек NaOH (KOH) болуы мүмкін.

5. Фенолфталеин қатысында жұмсалған қышқылдың көлемі нольге тең, яғни

$$V_M(\text{HAn}) > 0$$

Ерітіндіде тек NaHCO_3 , яғни тек гидрокарбонат болуы мүмкін.

6. Ерітіндіде $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ қоспасы болу мүмкін емес, себебі NaHCO_3 күшті гидроксидтердің әсерінен бейтараптанады



Қоспаларды титрлеп зерттеуде екі аликвот алып, екі колбада бөлек-бөлек екі индикатормен титрлеуге болады.

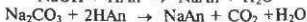
Бұл жағдайда екі мысал болуы мүмкін.

1-мысал. Бірінші колбада фенолфталеин қатысында титрленеді, бұл кезде қоспадағы NaOH пен $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ анықталады:





Екінші колбада дәл сол аликвотты метилқызылт титрлейді, бұл жағдайда қоспадағы NaOH пен Na_2CO_3 толық титрленіп анықталады:



Сонымен, қорытып айтқанда, фенолфталеин қатысында HAn көлемі

1. $V_{\phi}(\text{HAn})$ — $\text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$ - титрлеуге жұмсалады.

2. $V_{\text{м}}(\text{HAn})$ — $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ - титрлеуге жұмсалады.

Сонда, $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$ жұмсалған HAn көлемі мына айырмашылық анықталады:

$$[V_{\text{м}}(\text{HAn}) - V_{\phi}(\text{HAn})]$$

Сонда Na_2CO_3 жұмсалған қышқылдың көлемі $2[V_{\text{м}}(\text{HAn}) - V_{\phi}(\text{HAn})]$,

ал NaOH — $V_{\phi}(\text{HAn}) - [V_{\text{м}}(\text{HAn}) - V_{\phi}(\text{HAn})] = 2V_{\phi}(\text{HAn}) - V_{\text{м}}(\text{HAn})$

немесе $V_{\text{м}}(\text{HAn}) - 2[V_{\text{м}}(\text{HAn}) - V_{\phi}(\text{HAn})] = 2V_{\phi}(\text{HAn}) - V_{\text{м}}(\text{HAn})$

Егер де $2V_{\phi}(\text{HAn}) > V_{\text{м}}(\text{HAn})$

қоспада NaOH және Na_2CO_3 болғаны

2-мысал. $V_{\text{м}}(\text{HAn}) > 2V_{\phi}(\text{HAn})$ болса, онда қоспада NaHCO_3 және Na_2CO_3 болғаны.

1-есеп. Массасы 0,4000 г каустикалық сода көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін фенолфталеин қатысында 21,70 мл 0,2000 н. тұз қышқылы жұмсалды, ал өрі қарай осы ерітіндіде метилқызылт қатысында титрлеуде 1,50 мл 0,2000 н. тұз қышқылы жұмсалды. Өлшендіде натрий гидроксиді (NaOH) мен натрий карбонатының (Na_2CO_3) м.ү. нешеге тең?

Шешуі. Фенолфталеин қатысында NaOH және $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$, ал метилқызылт қатысында қалған $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$ титрленеді. Сонда, Na_2CO_3 толық титрлеу үшін $2V_{\text{м}}(\text{HCl})$ немесе $2 \times 1,5 = 3,0$ мл HCl ерітіндісі жұмсалды.

NaOH -ты титрлеу үшін HCl ерітіндісінің мынадай көлемі жұмсалды:

$V_{\phi}(\text{HCl}) - V_{\text{м}}(\text{HCl})$, яғни есеп мазмұны бойынша $21,70 - 1,50 = 20,20$ мл

Сонда

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot [V_{\phi}(\text{HCl}) - V_{\text{м}}(\text{HCl})] \cdot f_{\text{экв}}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{А}}} \cdot \frac{100}{m} =$$

$$= \frac{0,2000 \cdot 20,20 \cdot 1,40 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{100}{25} \cdot \frac{100}{4,0000} = 80,80\%$$

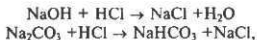
$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot 2V_{\text{M}}(\text{HCl}) \cdot f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{г}}}{V_{\text{а}}} \cdot \frac{100}{m} =$$

$$= \frac{0,2000 \cdot 3,00 \cdot \frac{1}{2} \cdot 106}{1000} \cdot \frac{500}{25} \cdot \frac{100}{4,0000} = 15,90\%$$

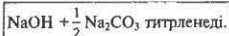
2-есеп. Құрамында Na^+ және карбонат (CO_3^{2-}) иондары бар үлгінің 3,2590 г көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Даярланған ерітіндінің 25,00 мл фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 20,00 мл 0,1500 н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Көлемі 25,00 мл аликвоты бөлек метилқызылт қатысында титрлеуде 24,00 мл HCl ерітіндісі жұмсалады. Үлгі құрамында қандай қосылыстар болғаны және олардың м.ү. нешеге тең?

Шешуі. Есеп мазмұны бойынша титрлеуді екі индикатормен бөлек колбаларда жүргізеді және $2V_{\text{ф}}(\text{HCl}) > V_{\text{м}}(\text{HCl})$, сондықтан қоспада NaOH және Na_2CO_3 болғаны.

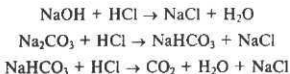
1) фенолфталеин қатысында титрлеу барысында мына реакциялар жүреді:



яғни, фенолфталеин қатысында



2) метилқызылт қатысында қоспа үш реакция бойынша титрленеді:



демек, метилқызылт қатысында



Сонымен, Na_2CO_3 титрлеу үшін HCl -ерітіндісінің мынадай көлемі жұмсалады:

$$2[V_{\text{м}}(\text{HCl}) - V_{\text{ф}}(\text{HCl})] \text{ немесе}$$

$$2(24,00 - 20,00) = 8,00 \text{ мл}$$

NaOH -ты титрлеу үшін HCl -ерітіндісінің мына көлемі жұмсалады:

$$V_{\text{м}}(\text{HCl}) - 2[V_{\text{м}}(\text{HCl}) - V_{\text{ф}}(\text{HCl})] \text{ немесе}$$

$$V_{\text{ф}}(\text{HCl}) - [V_{\text{м}}(\text{HCl}) - V_{\text{ф}}(\text{HCl})]$$

Есеп мазмұны бойынша:

$$24,00 - 2(24,00 - 20,00) = 16,00 \text{ мл}$$

$$20,00 - (24,00 - 20,00) = 16,00 \text{ мл.}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot f_{\text{экв}}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH})}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}} \cdot \frac{100}{m} =$$

$$= \frac{0,1500 \cdot 16,00 \cdot 1 \cdot 40}{1000} \cdot \frac{500}{25} \cdot \frac{100}{3,2590} = 58,91\%$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot f_{\text{экв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}} \cdot \frac{100}{m} =$$

$$= \frac{0,1500 \cdot 8,00 \cdot \frac{1}{2} \cdot 106}{1000} \cdot \frac{500}{25} \cdot \frac{100}{3,2590} = 39,03\%$$

4.4. Кері титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

Есеп. Құрамында NH_3 бар массасы 1,3515 г үлгі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 40,00 0,1000 н. NaOH құйылып, қыздырылып, аммиак толық жойылған соң артық қалған сілтіні титрлеу үшін 5,25 мл 0,1000н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде NH_3 м.ү. нешеге тең?

Шешуі. Анализ кері титрлеу әдісімен орындалғандықтан, есепті шешу үшін кері титрлеу әдісінің теңдігін пайдалану қажет:

$$\omega(\text{NH}_3) = \frac{(V_{\text{арт}} C_{\text{арт}} - V_{\text{титр}} C_{\text{титр}}) \cdot f_{\text{экв}}(A) \cdot M(A)}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{а}}} \cdot \frac{100}{m}$$

$$\omega(\text{NH}_3) = \frac{(V_{\text{NaOH}} C_{\text{NaOH}} - V_{\text{HCl}} C_{\text{HCl}}) \cdot f_{\text{экв}}(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3)}{1000} \cdot \frac{250}{25} \cdot \frac{100}{1,3515} =$$

$$= \frac{(40,00 \cdot 0,1000 - 5,25 \cdot 0,1000) \cdot 1 \cdot 17}{1000} \cdot \frac{250}{25} \cdot \frac{100}{1,3515} = 43,71\%$$

ЕСЕПТЕР

Ерітінділер даярлау және оларды стандарттау

1. Массасы 0,1534 г фосфор қышқылын метилқызғылт қатысында титрлеу үшін 0,1010 н. NaOH ерітіндісінің 15,65 мл жұмсалған. Фосфор қышқылының эквивалентінің мольдік массасы мен эквиваленттік факторын есептеңіз.

Ж. 98 г/моль, $f_{\text{экв}} = 1$

2. Массасы 0,2578 г барий гидроксидін фенолфталеимн қатысында титрлеу үшін 0,1500 н. HCl ерітіндісінің 20,10 мл жұмсалған. Барий гидроксидінің эквивалентінің мольдік массасы мен эквиваленттік факторы нешеге тең?

Ж. 85,5 г/моль; $f_{\text{экв}} = 0,5$

3. Массасы 0,1173 г фосфор қышқылын фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 0,1200 н. NaOH ерітіндісінің 19,95 мл жұмсалған. Фосфор қышқылының эквивалентінің мольдік массасы мен эквиваленттік факторы нешеге тең?

$$\text{Ж. } 49 \text{ г/моль; } f_{\text{эв}} = \frac{1}{2}$$

4. Массасы 0,1574 г Na_3PO_4 фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 0,095 н. HCl ерітіндісінің 10,10 мл жұмсалған. Натрий ортофосфатының эквивалентінің мольдік массасын және эквиваленттік факторын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 164 \text{ г/моль; } f_{\text{эв}} = 1$$

5. Массасы 0,1725 г K_2CO_3 фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 0,100 н. HCl ерітіндісінің 12,50 мл жұмсалған. Калий карбонатының эквивалентінің мольдік массасы мен эквиваленттік факторын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 138 \text{ г/моль; } f_{\text{эв}} = 1$$

6. Массасы 0,1656 г Na_3PO_4 метилқызыл қатысында HCl ерітіндісімен титрленген. Титрлеу үшін $T=0,00365$ HCl ерітіндісінің 20,20 мл жұмсалған. Натрий ортофосфатының эквивалентінің мольдік массасы мен эквиваленттік факторын анықтаңыз.

$$\text{Ж. } 82 \text{ г/моль; } f_{\text{эв}} = \frac{1}{2}$$

7. Тұз қышқылы ерітіндісінің титрі $T_{\text{HCl}} = 0,003793$ тең. Осы ерітіндінің $T_{\text{HCl/K}_2\text{O}}$ және $C_n(\text{HCl})$ есептеңіз.

$$\text{Ж. } C_n = 0,1031 \text{ моль/л; } T_{\text{HCl/H}_2\text{O}} = 0,004846$$

8. Калий гидроксиді ерітіндісінің титрі $T_{\text{KOH}} = 0,005127$ тең. Ерітіндінің $T_{\text{KOH/H}_2\text{SO}_4}$ және $C_n(\text{KOH})$ нешеге тең?

$$\text{Ж. } C_n(\text{KOH}) = 0,092 \text{ моль/л; } T_{\text{KOH/H}_2\text{SO}_4} = 0,004486$$

9. Күкірт қышқылы ерітіндісінің $T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{KOH}} = 0,005643$ тең. Ерітіндінің $T_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ және $C_n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ анықтаңыз.

$$\text{Ж. } C_n = 0,1008 \text{ моль/л; } T_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,004939$$

10. Көлемі 200,0 мл 0,10н. бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ерітіндісін даярлау үшін неше грамм бура алу қажет? Осы ерітіндінің T және $T_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}/\text{HCl}}$ нешеге тең?

$$Ж. m = 3,8138 \text{ г}; T = 0,019069; T_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}/\text{HCl}} = 0,00365$$

11. Көлемі 2,0 л 0,05н. H_2SO_4 ерітіндісін даярлау үшін неше грамм күкірт қышқылын алу қажет?

$$Ж. m = 4,9 \text{ г}$$

12. 500,0 мл титрі 0,005600 г/мл КОН ерітіндісін даярлау үшін неше грамм КОН қажет болады?

$$Ж. 2,8 \text{ г}$$

13. 1000 мл $T_{\text{HCl}/\text{CaO}} = 0,002800 \text{ г/см}^3$ HCl ерітіндісін даярлау үшін неше грамм HCl қажет?

$$Ж. 3,65 \text{ г}$$

14. Көлемі 3,5 л 0,0300н. натрий гидроксиді ерітіндісін даярлау үшін неше грамм натрий гидроксиді қажет?

$$Ж. 4,20 \text{ г}$$

15. Массасы 2,5000 г натрий сульфаты (Na_2SO_4) көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Ерітіндінің нормальді, мольдік концентрациясын және титрін есептеңіз.

$$Ж. C_n = 0,0704 \text{ моль/л}; C_M = 0,0352 \text{ моль/л}; T = 0,005000$$

16. Массасы 1,3540 г натрий карбонаты (Na_2CO_3) көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің нормальді, мольдік концентрацияларын және HCl бойынша титрін есептеңіз.

$$Ж. 0,102 \text{ моль/л}; 0,051 \text{ моль/л}; 0,003730$$

17. Құрамында 95,0% КОН бар массасы 8,2542 г КОН үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Даярланған ерітіндінің нормальды концентрациясын, титрін есептеңіз.

$$Ж. T = 0,015683; C_n = 0,2801 \text{ моль/л}$$

18. Құрамында 4% натрий карбонаты және 8% су бар массасы 8,5 г натрий гидроксиді үлгісінен 1,0 л ерітінді даярланған. Натрий гидроксиді ерітіндісінің нормальді концентрациясы нешеге тең?

$$Ж. 0,187 \text{ моль/л}$$

19. 250,0 мл 0,5200 н. NaHCO_3 ерітіндісін даярлау үшін құрамында 96,75% NaHCO_3 үлгіден қандай өлшенді алу қажет?

$$Ж. 11,2868 \text{ г}$$

20. 500,0 мл 0,05н. натрий гидроксиді ерітіндісін даярлау үшін құрамында 6% қоспа бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет?

$$Ж. 1,0635 \text{ г}$$

21. 50,5% ($\rho=1,400$) күкірт қышқылы ерітіндісінің мольдік және нормальді концентрациялары нешеге тең?
 $C_M = 7,21$ моль/л; $C_N = 14,43$ моль/л
22. 750,0 мл 0,20 н. тұз қышқылы (HCl) ерітіндісін даярлау үшін м.ү. 20,39% ($\rho=1,100$) тұз қышқылы ерітіндісінің қандай көлемі қажет?
 Ж. 24,4 мл
23. 2,0 л 0,15 н. аммиак ерітіндісін даярлау үшін м.ү. 10,4% ($\rho=0,956$) аммиак ерітіндісінің қандай көлемі қажет?
 Ж. $V = 105,6$ мл
24. 2,5 л 0,0500 н. күкірт қышқылы ерітіндісін даярлау үшін м.ү. 81,16%-ті күкірт қышқылы ерітіндісінің қандай көлемі қажет, егер тығыздығы 1,74-ке тең болса?
 Ж. $V = 4,3$ мл
25. 0,4500 н. тұз қышқылы ерітіндісін алу үшін 1,0 л 0,5300 н. тұз қышқылы ерітіндісіне судың қандай көлемін қосу қажет?
 Ж. $V = 177,8$ мл
26. Концентрациясы 0,2000 н. H_2SO_4 ерітіндісін даярлау үшін титрі 0,012250 тең 500,0 мл H_2SO_4 ерітіндісіне неше мл су қосу қажет?
 Ж. $V=125$
27. Концентрациясы 0,20 н. HCl ерітіндісін алу үшін титрі 0,003650 тең 500,0 мл HCl ерітіндісіне титрі 0,014600 HCl ерітіндісінің қандай көлемін қосу қажет?
 Ж. 250 мл
28. $T_{HCl/CaO} = 0,090000$ тұз қышқылы ерітіндісін даярлау үшін 500,0 мл $T_{HCl/CaO} = 0,084000$ ерітіндісіне неше мл 4 н. тұз қышқыл ерітіндісін қосу қажет?
 Ж. $V = 125$ мл
29. 35% күкірт қышқылы ерітіндісін даярлау үшін 1,0 л 14,73% ($\rho=1,100$) күкірт қышқыл ерітіндісіне 50,50% ($\rho=1,400$) күкірт қышқыл ерітіндісінің қандай көлемін қосу қажет?
 Ж. $V = 1055,6$ мл
30. 500,0 мл тұз қышқылы ерітіндісін даярлау үшін 20,0 мл ($\rho=1,190$) тұз қышқылы алынған. Даярланған ерітіндінің нормальді концентрациясын есептеңіз.
 Ж. $C_N = 0,5$ моль/л

31. 1000 мл күкірт қышқылы ерітіндісін даярлау үшін 50,0 мл м.ү. 80,25% H_2SO_4 ерітіндісі алынған. Даярланған ерітіндінің $T_{H_2SO_4}$, C_M , C_H нешеге тең?
Ж. $T=0,069416$; $C_M=0,7084$; $C_H=1,4166$
32. Концентрациясы 0,2000М КОН ерітіндісін даярлау үшін 1,0 л 0,1500 М КОН ерітіндісіне неше грамм КОН қосу қажет?
Ж. 2,8000 г.
33. Концентрациясы 0,2100 н. Na_2CO_3 ерітіндісін даярлау үшін, 500,0 мл 0,1600 н. ерітіндісіне құрамында 98,00% Na_2CO_3 бар үлгіден неше грамм қосу қажет?
Ж. 1,3520 г.
34. Көлемі 1,0 л 0,2 н. NaOH ерітіндісін даярлау үшін
1) 4,00 М NaOH,
2) 2,00 н. NaOH,
3) м.ү. 10,10% ($\rho=1,11$) NaOH
ерітінділерінен қандай көлем алу қажет?
Ж. 1 - 50,0 мл; 2 - 100,0 мл; 3 - 71,4 мл.
35. Көлемі 2,0 л 0,5н. H_2SO_4 ерітіндісін даярлау үшін
1) 2,00 М H_2SO_4 ,
2) 2,5 н. H_2SO_4 ,
3) 54,49% ($\rho=1,44$) H_2SO_4
ерітінділерінің қандай көлемін алу қажет?
Ж. 1 - 250 мл; 2 - 400 мл; 3 - 55,6 мл.
36. Көлемі:
1) 500,0 мл 0,2н. $Ca(OH)_2$
2) 500,0 мл 0,2М $Ca(OH)_2$
ерітінділерінде неше грамм $Ca(OH)_2$ болады?
Ж. 1 - 3,7 г; 2 - 7,4 г.
37. 19,20 мл 0,10 н. натрий гидроксиді ерітіндісін титрлеу үшін 20,00 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалды. Тұз қышқылы ерітіндісінің нормальді концентрациясы нешеге тең?
Ж. 0,096
38. 26,00 мл натрий гидроксиді ерітіндісін титрлеу үшін T_{HCl} 0,007352 тұз қышқылының 23,25 мл жұмсалады. Натрий гидроксиді ерітіндісінің нормальді концентрациясы нешеге тең?
Ж. 0,1873

39. Массасы 0,1040 г натрий карбонатын (Na_2CO_3) титрлеу үшін 25,54 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалды. Тұз қышқылының $T_{\text{HCl}/\text{CaO}}$ анықтау қажет.
Ж. 0,002744
40. Қымыздық қышқылы ерітіндісін титрлеуге 20,00 мл 0,05 н. натрий гидроксиді ерітіндісі жұмсалуды үшін, қымыздық қышқылынан ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) неше грамм алу қажет?
Ж. 0,063 г.
41. Массасы 0,6132 г қымыздық қышқылы ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеуге 19,35 мл калий гидроксиді ерітіндісі жұмсалады. Калий гидроксиді ерітіндісінің титрін, нормальді концентрациясын және қымыздық қышқылы бойынша титрін анықтау қажет.
Ж. 0,1006; 0,005634; 0,006338.
42. Құрамында 92,0% NaOH және 2,0% қоспа бар 0,8544 г натрий гидроксиді үлгісі көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 15,00 мл титрлеу үшін 20,50 мл тұз қышқылы жұмсалды. Тұз қышқылының нормальді концентрациясын, титрін, натрий гидроксиді бойынша титрін есептеңіз.
Ж. 0,1532; 0,005592; 0,006128.
43. Көлемі 500,0 мл хлор қышқылы ерітіндісін даярлау үшін 20,0% ($\rho=1,130$) хлор қышқылы алынған. Егер дайындалған ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 20,00 мл 0,1500 н. калий гидроксиді ерітіндісі жұмсалатын болса, ерітінді даярлауға 20% HClO_4 қышқылының қандай көлемі қажет?
Ж. 26,68 мл
44. Натрий карбонаты ерітіндісінің 20,0 мл титрлеуге 18,5 мл ($T_{\text{HCl}} = 0,005475$) HCl ерітіндісі жұмсалу үшін массасы 1,8385 г Na_2CO_3 үлгісін өлшеуіш колбаның қандай көлемінде еріту қажет?
Ж. 250,0 мл.
45. KOH ерітіндісінің 25,00 мл титрлеуге 24,45 мл $T=0,005880$ H_2SO_4 ерітіндісі жұмсалатын болса, құрамында 5,0% қоспа бар массасы 4,3238 г KOH үлгісі өлшеуіш колбаның қандай көлемінде ерітілген?
Ж. 500,0 мл
46. Фенолфталеин қатысында титрлеуге 25,00 мл 0,1500 н. HCl ерітіндісі жұмсалу үшін Na_2CO_3 үлгісінен өлшендінің қандай массасын алу қажет?
Ж. 0,3975 г.

47. K_2CO_3 ерітіндісін метилоранж қатысында титрлеуге 20,00 мл 0,12 н. HCl ерітіндісі жұмсалы үшін құрамында 2,6% қоспа бар K_2CO_3 үлгісінен қандай өлшенді алу қажет?

Ж. 0,1700 г.

48. Көлемі 25,0 мл м.ү. 10,52% ($\rho=1,05$) HCl ерітіндісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасына құйылып, белгісіне дейін дистилденген сумен келтірілген. Даярланған ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін 21,30 мл $NaOH$ ерітіндісі жұмсалған. $NaOH$ ерітіндісінің мольдік концентрациясын және титрін есептеңіз.

Ж. $C_M = 0,2841$ М; $T = 0,011364$

49. 25,00 мл $HClO_4$ ерітіндісін титрлеу үшін 24,85 мл 0,0518 н. $NaOH$ ерітіндісі жұмсалған. $HClO_4$ ерітіндісінің концентрациясын (г/л) өрнектеңіз.

Ж. 5,1758 г/л

50. $NaOH$ ерітіндісінің 20,00 мл титрлеуге 20,25 мл 0,1 М ($K=0,9200$) HCl ерітіндісі жұмсалған болса, суперфосфат тыңайтқышында P_2O_5 -ті анықтау үшін пайдаланылатын $NaOH$ ерітіндісінің P_2O_5 бойынша титрін есептеу қажет. (Ортофосфор қышқылы $NaOH$ ерітіндісімен бір сатыда титрленеді деп есептеңіз).

Ж. $T=0,006614$ г/мл

Анализ нәтижелерін есептеу

1. Көлемі 25,00 мл $NaOH$ ерітіндісін титрлеу үшін 24,35 мл 0,1н. ($K=0,9445$) H_2SO_4 ерітіндісі жұмсалған. Осы ерітіндінің 1,0 л-де неше грамм $NaOH$ болғаны?

Ж. 3,6798 г.

2. Көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында H_2SO_4 ерітіндісі даярланған. Осы ерітіндінің 15,00 мл титрлеу үшін 14,75 мл 0,1 н. ($K=0,9825$) $NaOH$ ерітіндісі жұмсалған. Ерітінді даярлау үшін неше грамм H_2SO_4 алынған?

Ж. 2,3670 г.

3. Массасы 2,0712 г техникалық бура ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеуіне 21,80 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалды, $T_{HCl/NaOH} = 0,003974$. Өлшендідегі таза бураның ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) м.ү. нешеге тең?

Ж. 99,70%

4. Массасы 3,1580 г техникалық калий гидроксидінің еріген ерітіндісін титрлеуге 27,45 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалды, $T_{HCl/NaOH}=0,078520$. Үлгідегі KOH -тың м.ү. есептеңіз.

Ж. 95,67%

5. Массасы 2,3242 г каустикалық сода (NaOH) суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеуге 28,80 мл 1,95 н. HCl ерітіндісі жұмсалды. Каустикалық сода үлгісінде Na_2O м.ү. нешеге тең?

Ж. 74,91%

6. Массасы 7,6245 г калий гидроксиді көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Даярланған ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 27,25 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалған. ($T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{O}} = 0,006442$).

Үлгіде KOH м.ү. қандай?

Ж. 83,18%

7. Тұз қышқылы ерітіндісінің 20,0 мл титрлеу үшін 0,1540 М натрий карбонаты (Na_2CO_3) жұмсалған, ерітіндіде неше грамм тұз қышқылы болғаны?

Ж. 0,2248 г

8. Натрий гидроксиді өлшендісі көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 15,00 мл титрлеу үшін 0,0500М H_2SO_4 -тің 14,55 мл жұмсалған. Өлшендіде неше грамм NaOH болғаны?

Ж. 0,3880 г.

9. Үлгіні титрлеуге 15,50 мл, $T_{\text{HCl}/\text{CaO}}=0,005210$ тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалатын болса, оның құрамында неше грамм кальций оксиді (CaO) болғаны?

Ж. 0,0808 г.

10. Кальций оксидін титрлеу үшін 25,50 мл тұз қышқылы ерітіндісі жұмсалатын болса ($T_{\text{HCl}}=0,0050480$), анализге құрамында 95% кальций оксиді және 5% индиферентті қоспа бар үлгіден неше грамм алынған?

Ж. 0,1029 г.

11. Құрамында 70% кальций оксиді бар массасы 0,2010 г кальций оксидін бейтараптандыру үшін неше мл 0,1500 н. тұз қышқылы ерітіндісі қажет?

Ж. 33,5 мл.

12. Анализге массасы 0,3815 г KHCO_3 пен NaHCO_3 қоспасынан тұратын, құрамында 29,49% KHCO_3 бар үлгі алынған. Осы үлгіні титрлеу үшін 28,85 мл HCl жұмсалған. Тұз қышқылы ерітіндісінің мольдік концентрациясын есептеңіз.

Ж. 0,15 М

13. Көлемі 1,0 л өлшеуіш колбасында H_2SO_4 ерітіндісі даярланған. Осы ерітіндінің 20,00 титрлеу үшін 19,76 мл 0,1500 н. NaOH ерітіндісі жұмсалған. Ерітінді даярлау үшін м.ү. 13,36% ($\rho=1,09$) H_2SO_4 ерітіндісінің қандай көлемі алынған?

Ж. $V=49,9$ мл.

14. Анализге алынған үлгі тек Na_2CO_3 пен K_2CO_3 қоспасынан тұрады. Осы үлгінің 0,5650 г титрлеу үшін 0,451M HCl ерітіндісінің 20,35 мл жұмсалған. Үлгінің құрамындағы Na_2CO_3 пен K_2CO_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. Na_2CO_3 - 38,94%; K_2CO_3 - 61,06%

15. Массасы 1,7112 г үлгі алынып, 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл метилқызылт қатысында титрлеу үшін 24,80 мл 0,1000н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Үлгі құрамында қандай зат болғаны: натрий карбонаты ма әлде калий карбонаты ма?

Ж. K_2CO_3

16. Массасы 2,3352 г H_3PO_4 ерітіндісін метилқызылт қатысында титрлеу үшін 17,50 мл $T=0,004800$ NaOH ерітіндісі жұмсалған. H_3PO_4 ерітіндісінде P_2O_5 м.ү. нешеге тең? (H_3PO_4 қышқылы NaOH ерітіндісімен бірінші сатыда титрленеді).

Ж. 6,38%

17. Анализге массасы 0,2000 г KOH пен NaOH қоспасы алынған. Үлгі құрамында NaOH м.ү. 25%. Осы үлгіні титрлеу үшін 0,1210 н. HCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 32,61 мл

18. Құрамында 2,0 мл 26,0% ($\rho=0,904$) аммиак бар ерітіндіні титрлеу үшін 1,20 н. HCl ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. $V=23,04$ мл

19. Массасы 2,2545 г HNO_3 титрлеу үшін 20,35 мл $T=0,005600$ KOH ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде N_2O_5 м.ү. нешеге тең?

Ж. 4,85%

20. Массасы 5,8535 г ($\rho=1,16$) HNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін $T_{NaOH/N_2O_5} = 0,054000$ NaOH ерітіндісінің 25,09 мл жұмсалған

Үлгідегі 1) N_2O_5 массасын және м.ү.; 2) азоттың м.ү.; 3) HNO_3 м.ү.; 4) HNO_3 ерітіндісінің мольдік концентрациясын есептеңіз.

Ж. 1) N_2O_5 - 1,3549 г, 23,15%

2) N - 6,00%; 3) HNO_3 - 27,00%

4) $C_M(HNO_3) = 4,97$ моль/л

21. Суперфосфат тыңайтқышында P_2O_5 м.ү. анықтау үшін массасы 15,000 г үлгі алынған. Оны ерітіп, көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасына аударған. Даярланған ерітіндінің 50,00 мл титрлеу үшін 25,15 мл 0,1211 М NaOH ерітіндісі жұмсалған. H_3PO_4 ерітіндісі NaOH-пен NaH_2PO_4 дейін титрленетіндігін ескере отырып, үлгі құрамындағы P_2O_5 м.ү. есептеңіз.

Ж. 14,26%

22. Массасы 2,000 г каустикалық сода үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 20,80 мл 0,2000 н. HCl ерітіндісі жұмсалған, ал әрі қарай осы ерітіндіні метилқызыл қатысында титрлеуге 1,70 мл 0,2000 н. HCl қажет болады. Үлгі құрамында қандай заттар болғаны және олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. NaOH - 76,40%, Na_2CO_3 - 18,02%

23. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} иондары бар массасы 1,0140 г өлшенді көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін фенолфталеин қатысында 8,72 мл ($T=0,004920$) H_2SO_4 ерітіндісі жұмсалады, ал әрі қарай метилқызыл қатысында титрлеуге 9,38 мл H_2SO_4 қажет. Үлгіде қандай қосылыстар болғаны, олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 - 91,52%, $NaHCO_3$ - 5,49%

24. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} иондары бар үлгінің 1,7092 г суда ерітілген. Осы үлгіні фенолфталеин қатысында титрлеуге 12,95 мл HCl ерітіндісі жұмсалады. Үлгінің дәл осындай өлшендісін метилқызыл қатысында титрлеуге 0,5100 н. HCl ерітіндісінің 27,02 мл қажет болады. Үлгі құрамында қандай заттар болғаны және олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 - 40,96%, $NaHCO_3$ - 2,81%

25. Құрамында K^+ және CO_3^{2-} иондары бар үлгінің 0,3800 г суда ерітілген. Даярланған ерітіндіні фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 5,14 мл 0,1500 н. HCl жұмсалды. Дәл осы үлгіні метилқызыл қатысында титрлеуге 21,45 мл HCl қажет. Үлгі құрамында қандай заттар бар және олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. K_2CO_3 - 28,00%, $KHCO_3$ - 44,09%

26. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} иондары бар үлгінің 0,1354 г суда ерітіліп, концентрациясы 0,1028 н. HCl ерітіндісімен титрленген. Фенолфталеин қатысында 10,20 мл HCl жұмсалды, ал әрі қарай метилқызыл қатысында титрлеуге 12,99 мл қышқыл қажет. Үлгінің құрамын және құрамдас бөліктерінің м.ү. анықтаңыз.

Ж. Na_2CO_3 - 82,09%, $NaHCO_3$ - 17,79%

27. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} иондары бар 1,2500 г үлгі суда ерітілген. Осы ерітіндіні фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 15,90 мл 0,5000 н. HCl жұмсалған, ал өрі қарай метилқызылт қатысында титрлеуге тағы 22,80 мл HCl қажет. Үлгі құрамы қандай және олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 - 67,42%, NaHCO_3 - 23,18%

28. Құрамында натрий карбонаты бар массасы 0,2298 г натрий гидроксиді үлгісі суда ерітілген. Осы ерітіндіні фенолфталеин қатысында титрлеу үшін 29,65 мл 0,1800 н. HCl ерітіндісі жұмсалды, ал өрі қарай метилқызылт қатысында титрлеуге осы қышқылдың 1,25 мл қажет. Үлгі құрамындағы NaOH пен Na_2CO_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. NaOH - 88,98%, Na_2CO_3 - 10,38%

29. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} иондары бар массасы 2,5000 г сынама алынып ерітілген. Осы ерітіндіні H_2SO_4 ерітіндісімен фенолфталеин қатысында титрлеуге 26,20 мл жұмсалады, ал метилқызылт қатысында осы қышқылдың 29,30 мл ($T=0,012300$) жұмсалды. Үлгіде қандай заттар болғаны және олардың м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 - 3,30%, NaOH - 9,28%

30. Құрамында K^+ иондары бар массасы 0,3620 г үлгі суда ерітіліп HCl ерітіндісімен титрленген. Ерітінді фенолфталеин қышқылының 1 тамшысынан түссізденеді, ал метилқызылт қатысында титрлеуге 15,42 мл $T=0,00730$ HCl ерітіндісі қажет болады. Үлгінің негізін қандай қосылыс құрайды және өлшендіде оның м.ү. нешеге тең?

Ж. KHCO_3 , 85,19%

31. Құрамында Na^+ және CO_3^{2-} бар үлгі көлемі 100,0 мл өлшеуіш қолбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,00 мл фенолфталеин қатысында титрлеуде 7,51 мл $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{O}}=0,003100$ HCl ерітіндісі жұмсалған, ал өрі қарай метилқызылт қатысында титрлеуге осы қышқылдың 7,52 мл қажет. Үлгі қандай қосылыстан тұрады, оның м.ү. нешеге тең?

Ж. Na_2CO_3 , 0,5314 г.

32. Көлемі 25,0 мл HCl және H_3PO_4 қышқылдар қоспасы көлемі 500,0 мл өлшеуіш қолбасында дистилденген сумен белгісіне дейін келтірілген. Даярланған ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін метилқызылт қатысында $T_{\text{NaOH}/\text{HCl}}=0,003650$ NaOH ерітіндісінің 24,85 мл жұмсалған, осы ерітіндіні өрі қарай фенолфталеин қатысында титрлеуге 5,50 мл NaOH қажет болады. Үлгіде неше грамм HCl және H_3PO_4 болғаны?

Ж. $m(\text{HCl})=1,77\text{г}$, $m(\text{H}_3\text{PO}_4)=1,35\text{г}$

33. Көлемі 10,0 мл H_2SO_4 және H_3PO_4 қышқылдар қоспасы көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбаға құйылып дистилденген сумен белгіге дейін келтірілген. Даярланған ерітіндінің 25,00 мл метилқызылт қатысында титрлеуге 26,15 мл 0,1000 н. NaOH ерітіндісі жұмсалған. Ерітіндінің осы аликвотының көлемін фенолфталеин қатысында титрлеуге NaOH-тың 37,35 мл жұмсалған. Даярланған ерітіндінің 1,0 л неше грамм H_2SO_4 және H_3PO_4 болғаны?

Ж. $m(H_2SO_4)=54,93$ г, $m(H_3PO_4)=108,78$ г.

Кері титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Массасы 0,2725 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ үлгісі суда ерітілген. Осы ерітіндіге 50,0 мл 0,0950 н. KOH ерітіндісі қосылған. Артық қалған сілтіні титрлеу үшін 5,20 мл $T=0,003431$ HCl ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде қымыздық қышқыл кристаллогидратының м.ү. нешеге тең?

Ж. 98,52%

2. Массасы 0,5061 г K_2CO_3 үлгісіне 50,0 мл 0,1010 н. HCl ерітіндісі артығымен қосылған. Артық қалған HCl ерітіндісін титрлеу үшін 15,85 мл $T=0,006776$ KOH ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде K_2CO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. $\omega = 95,00\%$

3. Көлемі 100,00 мл $NH_3 \cdot H_2O$ ерітіндісіне 50,00 мл $T=0,004000$ HCl ерітіндісі қосылған. Артық қалған қышқылды титрлеу үшін 13,85 мл 0,0980 н. NaOH ерітіндісі жұмсалды. Үлгіде неше грамм аммиак болғаны?

Ж. 0,0619 г.

4. Анализге магний карбонаты үлгісі алынған. Осы үлгіге 50,00 мл 0,05 н. HCl қосылып, қыздырылған. Артық қалған қышқыл 2,50 мл 0,0450 н. NaOH ерітіндісімен титрленген. Құрамында 3,40% қоспа бар үлгіден анализге неше грамм алынған?

Ж. $m = 0,1038$ г.

5. Азотты органикалық қосылыс үлгісін азотты аммоний иондарына айналдырып, сілтімен қыздырған. Бөлінген аммиак 50,00 мл 0,1150 М HCl ерітіндісімен сіңірілген. Артық қалған қышқылды титрлеу үшін $T=0,004400$ NaOH ерітіндісінің 8,25 мл жұмсалған. Құрамында азоттың м.ү. 15% үлгіден қандай өлшенді алу қажет?

6. Массасы 0,2293 г $CaCO_3$ үлгісіне 0,1020 М HCl ерітіндісі қосылған, артық қалған қышқылды титрлеу үшін 0,0980 М NaOH ерітіндісінің 5,25 мл жұмсалған. Үлгіге қышқылдың қандай көлемі артығымен қосылған?

Ж. $V=50,00$

7. Массасы 0,0919 г NaOH үлгісіне 25,00 мл HCl ерітіндісі қосылған. Артық қалған қышқылды титрлеу үшін 2,85 мл 0,1150 н. КОН ерітіндісі жұмсалды. Қышқылдың мольдік концентрациясы нешеге тең?

Ж. $C=0,1050$ моль/л

8. Массасы 0,5269 г Na_2CO_3 үлгісіне 44,00 мл HCl ерітіндісі қосылып, CO_2 толық жойылғанша қыздырылған. Артық қалған HCl титрлеу үшін 9,57 мл NaOH ерітіндісі жұмсалған. Бөлек аликвот NaOH-тың 25,00 мл-не 27,40 мл HCl жұмсалатындығы анықталды. NaOH және HCl ерітінділерінің нормальді концентрациялары нешеге тең?

Ж. $C(NaOH)=0,3251$ моль/л; $C(HCl)=0,2966$ моль/л

9. Көлемі 25,00 мл темір (III) бар ерітіндіге артығымен аммоний ерітіндісі қосылған. Түзілген тұнба сүзіліп, көлемі 40,00 мл 0,1000 н. HCl ерітіндісінде ерітілген. Артық қалған HCl ерітіндісін титрлеу үшін 15,00 мл 0,0995 н. NaOH ерітіндісі жұмсалған. Ерітіндіде неше грамм темір болғаны?

Ж. 0,0468 г

10. Массасы 0,2440 г K_2CO_3 пен Na_2CO_3 қоспа үлгісіне артығымен 50,0 мл 0,1333 н. HCl қосылған, артық қалған HCl ерітіндісін титрлеу үшін 20,00 мл 0,1333 н. NaOH ерітіндісі жұмсалды. Үлгіде K_2CO_3 пен Na_2CO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. K_2CO_3 - 56,48%; Na_2CO_3 - 43,52%

4.5. Қышқыл-негіздік титрлеуде ерітінділердің pH-ын есептеу

1-есеп. 50,00 мл 0,01 М сірке қышқылы мен 10,00 мл 0,01М NaOH ерітіндісі араластырылған. Түзілген ерітіндінің pH-ын есептеңіз.

Шешуі.

1. Жүйеде:



2. Бұл тепе-теңдіктің константасы

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}; \quad [H_3O^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

3. Титрлеу барысында жүйедегі қышқылдың концентрациясы азаяды:

$$C_{CH_3COOH} = \frac{50,00 \cdot 0,01 - 10,00 \cdot 0,01}{60} = 6,7 \cdot 10^{-3}$$

ал ерітіндіде CH_3COONa түзіледі:

$$C_{CH_3COONa} = \frac{10,00 \cdot 0,01}{60} = 1,7 \cdot 10^{-3}$$

4. Сонда

$$[CH_3COOH] = C_{CH_3COOH} - [H_3O^+] \approx C_{CH_3COOH}$$

$$[CH_3COO^-] = C_{CH_3COO^-} + [H_3O^+] \approx C_{CH_3COO^-}$$

5. Тепе-теңдік константасына алынған мөндерді қойып, есепті шешуге болады:

$$[H_3O^+] = 1,7 \cdot 10^{-5} \frac{6,7 \cdot 10^{-3}}{1,7 \cdot 10^{-3}} = 6,7 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg 6,7 \cdot 10^{-5} = 4,17.$$

2-есеп. 25,00 мл 0,200 М KCN ерітіндісіне 10,00 мл 0,1500 М HCl ерітіндісі қосылған. Ерітіндінің pH нешеге тең болады?

Шешуі.

1. CN^- - әлсіз негіз:



$$K_b = \frac{[HCN] \cdot [OH^-]}{[CN^-]}; \quad [OH^-] = K_b \frac{[CN^-]}{[HCN]}$$

Протолизтік теория бойынша $K_b \cdot K_a = K_w$, сондықтан:

$$[OH^-] = \frac{K_w}{K_a} \frac{[CN^-]}{[HCN]}$$

2. Есеп шарты бойынша $[CN^-]$ мен $[HCN]$ есептейміз:

$$C_{CN^-} = \frac{(25,00 \cdot 0,2 - 10,00 \cdot 0,15)}{35} = \frac{3,5}{35}$$

$$C_{HCN} = \frac{10,00 \cdot 0,15}{35} = \frac{1,5}{35}$$

$$3. [CN^-] \approx C_{CN^-} = \frac{3,5}{35}$$

$$[HCN] \approx C_{HCN} = \frac{1,5}{35}$$

4. Тепе-теңдік константасына алынған мөндерді қойып, pH-тың мөнін табамыз.

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-10}} \cdot \frac{3,5/35}{1,5/35} = 4,7 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = 14 - pOH = 14 + \lg 4,7 \cdot 10^{-5} = 14 - 4,33 = 9,67.$$

ЕСЕПТЕР

1. 30,00 мл 0,0500 М HCl ерітіндісіне мына ерітінділер қосылған жағдайда:

1) 50,00 мл H_2O

2) 10,00 мл 0,0600 М NaOH

3) 10,00 мл 0,0600 М $Ba(OH)_2$

4) 10,00 мл 0,0550 М NH_4OH

5) 10,00 мл 0,055 М HCl

6) 15,00 мл 0,100 М NaOH

түзілген ерітінділердің рН-ын есептеңіз.

2. 25,00 мл 0,0200 М NaOH ерітіндісімен мына ерітінділер араластырылған:

1) 22,00 мл 0,0150 М HCl

2) 20,00 мл 0,0100 М $\text{Ba}(\text{OH})_2$

3) 15,00 мл 0,0200 М HCN

4) 20,00 мл H_2O

5) 50,00 мл 0,0100 М HCl .

Түзілген ерітінділердің рН-ын есептеңіз.

3. 20,00 мл 0,0500 М CH_3COOH ерітіндісіне мына ерітінділер қосылған:

1) 10,00 мл H_2O

2) 25,00 мл 0,0250 М NaOH

3) 10,00 мл 0,1000 М CH_3COOH

4) 10,00 мл 0,1000 М NaOH

5) 20,00 мл 0,075 М NaOH .

Түзілген ерітінділердің рН-ын есептеңіз.

4. 25,00 мл 0,120 М $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісіне мына ерітінділер қосылған:

1) 10,00 мл H_2O

2) 15,00 мл 0,1000 М HCl

3) 20,00 мл 0,1500 М HCl

4) 21,00 мл 0,1500 М HCl

5) 20,00 мл 0,0500 М $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$.

Түзілген ерітінділердің рН-ын есептеңіз.

5. 25,00 мл 0,0500 М NaOH ерітіндісіне мына қышқылдар ерітінділері қосылған:

1) 20,00 мл 0,0625 М HNO_2

2) 30,00 мл 0,0450 М $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

3) 25,00 мл 0,0600 М HCN

4) 20,00 мл 0,0450 М HCOOH .

Ерітінділердің рН-ын есептеңіз.

6. 0,1000 н. $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісі 0,1000 н. HNO_3 ерітіндісімен титрленген жағдайда эквивалентті нүктеде рН-ы нешеге тең болады?

7. 19,00 мл 6,2000 н. сірке қышқыл ерітіндісіне 1,00 мл 2,00 н. сірке қышқыл натрий ерітіндісі қосылған. Осы ерітіндінің рН-ы нешеге тең?

8. 15,00 мл 0,0500 н. сірке қышқыл ерітіндісіне 20,00 мл 0,0200н. натрий гидроксиді қосылған. Түзілген ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
9. 60,00 мл 0,0200 н. аммоний гидроксиді ерітіндісіне 50,00 мл 0,1500 н. тұз қышқыл ерітіндісі қосылған. Түзілген ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
10. 40,00 мл 0,1000 н. сірке қышқыл ерітіндісінде 0,3280 г. сусыз натрий ацетаты ерітілген. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
11. 0,2000 М $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ерітіндісі 0,2000 М HCl ерітіндісімен 99,00% титрленген. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
12. 0,5000 М CH_3COOH ерітіндісі 0,5000 М NaOH ерітіндісімен 50,00% титрленген. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең болады?
13. 30,00 мл 0,1500 М HCOONa ерітіндісіне 15,00 мл 0,1200 М HCl ерітіндісі қосылған. Ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
14. 25,00 мл 0,0500 М Na_2CO_3 ерітіндісіне 10,00 мл 0,0450 М HCl ерітіндісі қосылған. Түзілген ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
15. 20,00 мл 0,1000 н. Na_3PO_4 ерітіндісіне 5,00 мл 0,1000 н. HCl ерітіндісі қосылған. Түзілген ерітіндінің рН-ы нешеге тең?
16. 30,00 мл 0,0500 н. NaH_2PO_4 ерітіндісі 5,00 мл 0,0500 н. HCl ерітіндісімен титрленген. Осы нүктеде ерітіндінің рН-ы нешеге тең болады?

4.6. Судың кермектігін анықтау

Судың кермектігі 1,0 л судағы Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарының милли-эквивалентімен анықталады, яғни

$$\text{Ca}^{2+} \quad f_{\text{экв}}(\text{Ca}^{2+})M(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} 40,08 = 20,04 \text{ мг}$$

$$\text{Mg}^{2+} \quad f_{\text{экв}}(\text{Mg}^{2+})M(\text{Mg}^{2+}) = \frac{1}{2} 24,31 = 12,16 \text{ мг}$$

Судың кермектігінің екі түрін ажыратады: уақытша және тұрақты. Уақытша кермектік кальций және магний дикарбонаттарымен, ал тұрақты кальций, магний сульфаттары немесе хлоридтерімен анықталады. Судың кермектігін анықтаудың түрлі әдістері бар:

- 1) тұз қышқылымен титрлеу арқылы судың уақытша кермектігін анықтау;
- 2) комплексонометрлік титрлеу арқылы судың жалпы (уақытша және тұрақты) кермектігін анықтау.

Судың кермектігі 1,0 л суда еріген Ca^{2+} немесе Mg^{2+} -иондарының милли-эквивалентімен анықталады:

$$K = x = \frac{C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 1000}{V_{\text{A}}} \text{ м-экв/л}$$

V_{A} - аликвот көлемі, мл; K - кермектік.

Кейбір жағдайда судың кермектігін «кермектік градус» арқылы өрнектейді:

- 1) неміс градусы: 1° - 100 мл H_2O - 1 мг CaO
- 2) француз градусы: 1° - 100 мл H_2O - 1 мг CaCO_3
- 3) ағылшын градусы: 1° - 70 мл H_2O - 1 мг CaCO_3 .

Есеп.

Көлемі 200,0 мл суды титрлеу үшін 10,13 мл 0,0500н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Судың кермектігін: 1)м-экв/л; 2)ағылшын; 3)франсуз; 4)неміс «кермектік градус» арқылы өрнектеңіз.

Шешуі

1. М-экв/л арқылы есептеу:

$$\begin{aligned} 200,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } C_{\text{H}}(\text{HCl}) V(\text{HCl}) \\ 1000,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } x \\ K = x & = \frac{C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 1000,0}{200,0} = \frac{10,13 \cdot 0,0500 \cdot 1000,0}{200,0} = 2,53 \text{ м-экв/л} \end{aligned}$$

2. «Ағылшын кермектік градусы» арқылы өрнектеу:

$$\begin{aligned} m(\text{CaCO}_3) & = C_{\text{H}}(\text{HCl}) V(\text{HCl}) f_{\text{экв}}(\text{CaCO}_3) M(\text{CaCO}_3) = \\ & = 10,13 \cdot 0,0500 \cdot \frac{1}{2} \cdot 100 = 25,33 \text{ мг} \\ 200,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } 25,33 \text{ мг } \text{CaCO}_3 \\ 70,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } x \end{aligned}$$

$$K = x = m(\text{CaCO}_3) = \frac{25,33 \cdot 70,0}{200,0} = 8,87 \text{ мг} \text{ немесе } 8,87^{\circ}$$

3. «Француз градусы» арқылы өрнектеу:

$$\begin{aligned} 200,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } 25,33 \text{ мг } \text{CaCO}_3 \\ 100,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } x \\ x = m(\text{CaCO}_3) & = 12,67 \text{ мг} \text{ не } 12,67^{\circ} \end{aligned}$$

4. «Неміс градусы» бойынша:

$$\begin{aligned} m(\text{CaO}) & = C_{\text{H}}(\text{HCl}) V(\text{HCl}) f_{\text{экв}}(\text{CaO}) M(\text{CaO}) = \\ & = 10,13 \cdot 0,05 \cdot \frac{1}{2} \cdot 56 = 14,18 \text{ мг.} \\ 200,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } 14,18 \text{ мг } \text{CaO} \\ 100,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O} & \text{ — } x \\ x & = 7,09 \text{ мг} \text{ немесе } 7,09^{\circ} \end{aligned}$$

ЕСЕПТЕР

1. Көлемі 250,0 мл суды титрлеу үшін 12,15 мл 0,0400 н. HCl ерітіндісі жұмсалған. Судың кермектігін м-экв/л және «ағылшын градусы» арқылы өрнектеңіз.
Ж. 1,94 м-экв/л; 17,01°
2. Көлемі 100,0 мл суды титрлеу үшін 3,52 мл $T=0,00366$ HCl ерітіндісі жұмсалды. Судың кермектігін м-экв/л және «франсуз градусы» арқылы есептеңіз.
Ж. 3,53 м-экв/л; 17,65°
3. Көлемі 150,0 мл суды титрлеу үшін 2,60 мл $T_{HCl/CaO}=0,005600$ HCl ерітіндісі қажет. Судың кермектігін м-экв/л және «неміс градусы» арқылы өрнектеңіз.
Ж. 3,47 м-экв/л; 9,71°
4. Көлемі 200,0 мл суды титрлеуге 3,85 мл $T_{HCl/CaCO_3}=0,002500$ HCl ерітіндісі қажет. Судың кермектігін м-экв/л және «француз градусы» арқылы өрнектеңіз.
Ж. 0,96м-экв/л; 4,8°
5. Судың кермектігін анықтау үшін көлемі 100,0 мл H₂O алынған. Осы суды титрлеу үшін 13,45 мл $T_{HCl/Ca}=0,000800$ HCl ерітіндісі жұмсалған. Судың кермектігін м-экв/л және «ағылшын градусы» арқылы есептеңіз.
Ж. 5,38 м-экв/л; 18,33°

4.7. Қышқыл-негіздік титрлеу қателіктерін есептеу

Индикатордың түсі дәл эквивалентті нүктеде өзгере қоймайды, осының салдарынан индикаторлық қате пайда болады. Индикаторлық қателікердің бірнеше түрі болады: 1) сутектік қате - күшті қышқылды күшті негізбен титрлегенде немесе күшті негізді күшті қышқылмен титрлегенде титрленбей қалған H⁺-иондарының концентрациясымен анықталады;

2) гидроксидтік қате титрлеу аяқталғанда ерітіндідегі титрленбей қалған OH⁻ -иондарының концентрациясымен анықталады;

3) қышқылдық қате ($x_{кш}$) титрлеу аяқталғанда ерітіндідегі титрленбей қалған қышқылдың концентрациясымен анықталады;

4) негіздік қате ($x_{нег}$) титрленетін ерітіндідегі қалған негіздің концентрациясымен анықталады.

1-есеп. Көлемі 10,0 мл 0,1н. HCl ерітіндісі 0,1 н. NaOH ерітіндісімен метилкызыл (pT=4) индикаторы қатысында титрленеді. Осы титрлеудің қателігін есептеңіз.

Шешуі. 1. Ерітінділердің концентрациялары бірдей болғандықтан титрлеу аяқталғанда жүйе көлемі екі еселенеді: $V_2=2V_1$, мұнда V_1 - қышқылдың бастапқы көлемі.

2. Қышқылдың бастапқы эквивалент саны: $\frac{C_H \cdot V_1}{1000}$

3. Титрлеу $pH=pT$ тең болғанда аяқталады, яғни $pH=4$, орта қышқылдық, сондықтан титрлеу қателігі жүйедегі титрленбей қалған H^+ -иондарының концентрациясымен анықталады, яғни $[H^+] = 10^{-pT}$. Сонда, жүйеде титрленбей қалған сутек-иондарының эквивалент саны:

$$\frac{[H^+] \cdot V_2}{1000} = \frac{10^{-pT} \cdot V_2}{1000}$$

4. Сонымен X_{H^+} % мына қатынастан анықталады:

$$\frac{C_H \cdot V_1}{1000} - 100\%$$

$$\frac{10^{-pT} \cdot V_2}{1000} - X_{H^+}$$

$$X_{H^+} = \Delta = \frac{10^{-pT} \cdot V_2 \cdot 100\%}{C_H \cdot V_1}$$

немесе

$$\Delta = \frac{10^{-4} \cdot 20}{0,1 \cdot 10} \cdot 100\% = 0,2\%$$

2-есеп. Көлемі 20,0 мл 0,10 н. NaOH ерітіндісі 0,20 HCl ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=9$) қатысында титрленген. Осы титрлеудің қатесін есептеңіз.

Шешуі. 1. Эквивалентті нүктеде қосылатын HCl көлемі. $V_2 = \frac{V_1 \cdot C_1}{C_2} = \frac{20 \cdot 0,10}{0,20} = 10,0$ мл. Жүйенің жалпы көлемі: $V = V_1 + V_2 = 20,0 + 10,0 = 30,0$ мл.

2. Титрлеу $pH=pT$ болғанда аяқталады, немесе $[H^+] = 10^{-9}$, яғни орта сілтілік болады, сондықтан OH^- -қателікті есептеу қажет.

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 10^{-5} \text{ моль / л}$$

немесе $[OH^-] = 10^{-(14-pT)}$

3. $[OH^-]$ - бастапқы мөлшері:

$$\frac{C_{OH^-} \cdot V_1}{1000}, \text{ ол } 100\%$$

4. Титрлеу аяқталғанда

$$\frac{[OH^-] \cdot V}{1000} = \frac{10^{-(14-pT)} \cdot V}{1000} - \text{бұл } OH^-_{\text{кат}} \text{ немесе } \Delta.$$

5. Сонда

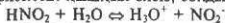
$$\frac{C_{\text{OH}^-} \cdot V_1}{1000} \quad \text{—} \quad 100\%$$

$$\frac{10^{-(14-pT)} \cdot V}{1000} \quad \text{—} \quad \Delta\%$$

$$\Delta\% = \frac{10^{-(14-pT)} \cdot M \cdot 100}{C_{\text{OH}^-} \cdot V_1} = \frac{10^{-(14-9)} \cdot 30}{0,1 \cdot 20} \cdot 100 = 0,015\%$$

3-есеп. 10,0 мл 0,1 н. HNO_2 ерітіндісі 0,1 н. NaOH ерітіндісімен метилқызылт ($pT=4$) және метилқызыл ($pT=5$) индикаторлары қатысында бөлек-бөлек титрленген. Титрлеу қателіктерін есептеп, салыстырыңыз.

Шешуі. 1. Титрленетін қышқыл өлсіз, сондықтан



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} \quad \text{немесе} \quad \frac{[\text{HNO}_2]}{[\text{NO}_2^-]} = \frac{[\text{H}^+]}{K_a}$$

2. Титрлену $pH=pT$ тең болғанда аяқталады, сондықтан $[\text{H}^+] = 10^{-pT}$, ал $x_{\text{қмш}}$

$$3. x_{\text{қмш}} = \frac{[\text{HNO}_2]}{[\text{NO}_2^-]} = \frac{C_{\text{HNO}_2}}{C_{\text{тгз}}} = \frac{10^{-pT}}{10^{-pK}} = 10^{pK-pT}$$

4. Сонымен $x_{\text{қмш}} = 10^{pK-pT} = 10^{3,26-4} = 10^{-0,74} = 0,18$, яғни метилқызылт қатысында титрленген 1 молекула HNO_2 -ге титрленбей қалған HNO_2 -нің 0,18 молекуласы келеді. Сонда:

$$(1+0,18) \quad \text{—} \quad 100\%$$

$$0,18 \quad \text{—} \quad \Delta\%$$

$$\Delta\% = \frac{0,18 \cdot 100}{1,18} = 15,3\%$$

5. Метилқызыл қатысында титрленгенде:

$$x_{\text{қмш}} = 10^{pK-pT} = 10^{3,26-5} = 10^{-1,74} = 0,018,$$

яғни

$$(1+0,018) \quad \text{—} \quad 100\%$$

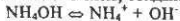
$$0,018 \quad \text{—} \quad \Delta\%$$

$$\Delta\% = \frac{0,018 \cdot 100}{1,018} = 1,53\%, \quad \text{яғни қателік 10 есе төмендейді.}$$

Сонымен, бұл титрлеуде метилқызыл пайдаланған тиімді.

4-есеп. 0,1 н. NH_4OH ерітіндісі 0,1н. HCl ерітіндісімен метилқызыл ($pT=5$) қатысында титрленген. Негіздік қатені есептеңіз.

Шешуі. 1. Титрленетін негіз өлсіз, сондықтан



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} \quad \text{немесе} \quad \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{[\text{OH}^-]}{K_b}$$

2. Титрлеу $pH=pT$ тең болғанда аяқталады, сондықтан $[\text{H}^+] = 10^{-pT}$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-9.7}} = 10^{-(14-9.7)}$$

$$x_{\text{вер}} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{10^{-(14-9.7)}}{10^{-9.4}} = 10^{(9.4-14+9.7)} = 10^{-4.24} = 5,8 \cdot 10^{-5}$$

яғни жүйеде 1 молекула NH_4OH -қа $5,8 \cdot 10^{-5}$ молекула NH_4OH титрленбей қалады.

3. Сонымен

$$\begin{aligned} (1 + 5,8 \cdot 10^{-5}) & \text{ — } 100\% \\ 5,8 \cdot 10^{-5} & \text{ — } \Delta\% \\ \Delta\% & = \frac{5,8 \cdot 10^{-5} \cdot 100}{(1 + 5,8 \cdot 10^{-5})} = 5,8 \cdot 10^{-3}\% \end{aligned}$$

ЕСЕПТЕР

- 0,1 н. H_2SO_4 ерітіндісі 0,1 н. KOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=5$) индикаторы қатысында титрленген. Осы титрлеудің қателігін есептеңіз. Ж. 0,02%
- 0,2 н. HCl ерітіндісі 0,2 н. NaOH ерітіндісімен метилқызылт ($pT=4$) индикаторы қатысында титрленді. Титрлеудің қателігі қандай? Ж. 0,1%
- Көлемі 20,0 мл 0,1 н. HCl ерітіндісі 0,2 н. KOH ерітіндісімен метилқызылт ($pT=4$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеудің қателігін есептеңіз. Ж. 0,05%
- Көлемі 15,0 мл 0,20 н. HCl ерітіндісі 0,15 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=5$) қатысында титрленген. Титрлеудің қателігін есептеңіз. Ж. $1,17 \cdot 10^{-2}\%$
- 0,05 М H_2SO_4 ерітіндісі 0,1 н. KOH ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=9$) қатысында титрленген. Титрлеудің қателігін есептеңіз. Ж. 0,02%
- Көлемі 10,0 мл 0,1 н. H_2SO_4 ерітіндісі 0,2 н. NaOH ерітіндісімен тимолфталеин ($pT=9,6$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеу қателігін есептеңіз. Ж. 0,06%
- 0,2 н. NaOH ерітіндісі 0,1 н. HCl ерітіндісімен метилқызыл ($pT=5$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеу қателігі қандай?

Ж. 0,15%

8. 0,2 н. NaOH ерітіндісі 0,1 н. HCl ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=9$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеудің қатесі нешеге тең?

Ж. 0,015%

9. Көлемі 20,0 мл 0,1 н. КОН ерітіндісі 0,2н. HCl ерітіндісімен фенолфталеин индикаторы ($pT=9$) қатысында титрленген Титрлеу қателігін есептеңіз.

Ж. 0,015%

10. 0,1 н. CH_3COOH ерітіндісі 0,1 н. NaOH ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=9$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеудің қателігін есептеңіз.

Ж. $5,8 \cdot 10^{-3}\%$

11. 0,2 н. бензой қышқылы (C_6H_5COOH) 0,2 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=9$) индикаторы қатысында титрленген. Осы титрлеудің қатесін есептеңіз.

Ж. $1,5 \cdot 10^{-3}\%$

12. 0,1 н. HF қышқылы ерітіндісі 0,1 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=4$) және бейтарап қызыл ($pT=7$) индикаторлары қатысында титрленген. Осы титрлеулердің қателіктерін есептеп, қорытынды жасаңыз.

Ж. 13,0%; 0,015%

13. 0,1 н. HCl ерітіндісі 0,1 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=4$) және фенолфталеин ($pT=9$) индикаторлары қатысында титрленген. Осы титрлеулердің қателіктерін есептеп, салыстырыңыз.

Ж. 0,2%; 0,02%

14. Көлемі 10,0 мл 0,2 н. NH_4OH ерітіндісі 0,2 н. HCl ерітіндісімен бейтарап қызыл ($pT=7$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеудің қатесін есептеңіз.

Ж. 0,58%

15. 0,1 н. анилин ($C_6H_5NH_2 \cdot H_2O$) ерітіндісі 0,1 н. HCl ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=4$) индикаторы қатысында титрленген. Титрлеу қатесі нешеге тең?

Ж. 19,35%

16. Көлемі 20,0 мл 0,01 н. NH_4OH ерітіндісін 0,01 н. HCl ерітіндісімен $pH=4$ және $pH=7$ дейін титрлеуде жеберілетін қателерді есептеңіз.

Ж. +2,0%; -0,6%

17. 0,001 н. H_2SO_4 ерітіндісін 0,001 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=5$) индикаторы қатысында титрлеуге бола ма? Ж. қатесі 2,0%
18. 0,2 н. CH_3COOH ерітіндісін 0,1 н. NaOH ерітіндісімен метилқызыл ($pT=4$) индикаторы қатысында титрлеуге бола ма? Жауапты есептеулер нәтижесінде дәлелденіз. Ж. болмайды
19. 0,1 н. NH_4OH ерітіндісін 0,1 н. HCl ерітіндісімен фенолфталеин ($pT=9$) индикаторы қатысында титрлеуге бола ма? Жауапты есептеулер нәтижесінде дәлелденіз. Ж. болмайды
20. 0,05 н. гидразин ($\text{N}_2\text{H}_4\text{H}_2\text{O}$) ерітіндісін 0,05 н. HCl ерітіндісімен метилқызыл ($pT=4$) индикаторы қатысында титрлеуге бола ма? Жауапты есептеулер нәтижесінде дәлелденіз. Ж. болады

4.8. Тұндырып титрлеу әдісі

ЕСЕПТЕР

10 Ерітінділер даярлау және оларды стандарттау

1. Көлемі 250,0 мл 0,10 н. AgNO_3 ерітіндісіне массасы 2,1238 г AgNO_3 қосылған. Түзілген ерітіндінің концентрациясын есептеңіз. Ж. 0,15 н
2. Көлемі 500,0 мл 0,05 н. NaCl ерітіндісіне массасы 1,4625 г NaCl қосылған. Жаңадан даярланған ерітіндінің нормальді концентрациясын табыңыз. Ж. 0,10 н.
3. 100,0 мл 0,10 н. NaCl ерітіндісіне 150,0 мл 0,25 н NaCl ерітіндісі қосылған. Алынған ерітіндінің концентрациясын есептеңіз. Ж. 0,19 н.
4. 250,0 мл 0,15 н. NH_4SCN ерітіндісіне 50,0 мл 0,50 М NH_4SCN және 10,0 мл 5,0 н. NH_4SCN ерітінділері қосылған. Даярланған ерітіндінің концентрациясы қандай? Ж. 0,36 н.
5. Массасы 2,7266 г $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Даярланған ерітіндіні стандарттау үшін 0,0450 н. ZnSO_4 ерітіндісі пайдаланылған. Көлемі 15,0 мл ZnSO_4 ерітіндісін титрлеу

үшін 15,2 мл $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндісі жұмсалған. Калий ферроцианидiнiң эквивалентiнiң мольдiк массасы мен эквиваленттiк факторы нешеге тең болады?

$$\text{Ж. } 122,8 \text{ г/моль; } f_{\text{эке}} = \frac{1}{3}$$

6. Көлeмi 500,0 мл $T_{AgNO_3/Br} = 0,007990$ $AgNO_3$ ерiтiндiсiн даярлау үшiн өлшeндiден неше грамм алу қажет?

$$\text{Ж. } 8,4950 \text{ г.}$$

7. Көлeмi 250,0 мл 0,0500M KCl ерiтiндiсiн даярлау үшiн қандай өлшeндi қажет?

$$\text{Ж. } 0,9313 \text{ г.}$$

8. Массасы 0,7591 г KJ көлeмi 500,0 мл өлшеуiш колбасында ерiтiлген. Осы ерiтiндiнiң нормальдi концентрациясын, титрiн және $AgNO_3$ бойынша титрiн есептеңiз

$$\text{Ж. } T = 0,001518; T_{KJ/AgNO_3} = 0,001546; C_n = 0,0091 \text{ моль/л}$$

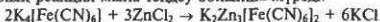
9. Көлeмi 250,0 мл 0,0450 M $AgNO_3$ ерiтiндiсiн даярлау үшiн құрамында 2,00% қоспа бар үлгiден неше грамм алу қажет?

$$\text{Ж. } 1,9496 \text{ г.}$$

10. Көлeмi 500,0 мл 0,1 M NaCl ерiтiндiсiн даярлау үшiн құрамында NaCl м.ү. 95,00% үлгiсiнен қандай өлшeндi алу қажет?

$$\text{Ж. } 3,0789 \text{ г.}$$

11. Химиялық реакция мына теңдеу бойынша жүредi:



0,1 M калий ферроцианидi ерiтiндiсiнiң нормальдi концентрациясын және мырыш бойынша титрiн есептеңiз.

$$\text{Ж. } C_n = 0,3 \text{ н., } T = 0,098$$

12. Массасы 0,1325 г NaCl ерiтiндiсiн титрлеу үшiн 20,15 мл $AgNO_3$ ерiтiндiсi қажет. $T_{AgNO_3/IJ}$ және $AgNO_3$ ерiтiндiсiнiң нормальдi концентрациясын есептеңiз.

$$\text{Ж. } C_n = 0,0387 \text{ моль/л, } T_{AgNO_3/IJ} = 0,004911$$

13. Көлeмi 20,00 мл 0,0450 M $ZnSO_4$ ерiтiндiсiн титрлеу үшiн 0,0192 M $K_4[Fe(CN)_6]$ ерiтiндiсiнiң қандай көлeмi қажет?

$$\text{Ж. } V=31,25 \text{ мл.}$$

14. Көлемі 25,00 мл натрий хлориді ерітіндісін титрлеу үшін 24,30 мл $T_{AgNO_3/Cl} = 0,00189$ күміс нитраты ерітіндісі жұмсалды. Күміс нитраты ерітіндісінің нормальді концентрациясы және T_{AgNO_3/NH_4SCN} нешеге тең?

$$Ж. C_n = 0,0532; T_{AgNO_3/NH_4SCN} = 0,01047$$

15. Массасы 0,8936 г натрий хлориді көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 24,20 мл күміс нитраты ерітіндісі жұмсалды. Күміс нитраты және натрий хлориді ерітінділерінің нормальді концентрацияларын есептеңіз.

$$Ж. C(NaCl) = 0,0611 \text{ н.}; C(AgNO_3) = 0,0631 \text{ н.}$$

16. Массасы 3,7250 г калий хлориді көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін 18,40 мл күміс нитраты ерітіндісі жұмсалды. Күміс нитраты ерітіндісінің нормальді концентрациясы және $T_{AgNO_3/Ag}$ нешеге тең?

$$Ж. C_n = 0,1087 \text{ моль/л}; T_{AgNO_3/Ag} = 0,011729$$

17. Көлемі 10,00 мл күміс нитраты ерітіндісін титрлеу үшін 8,20 мл 0,1000 н. калий хлориді ерітіндісі жұмсалды. Күміс нитраты ерітіндісінің бромид, хлорид, роданид-иондары бойынша титрін есептеңіз.

$$Ж. 0,006552; 0,002911; 0,004756.$$

18. Массасы 3,8050 г аммоний роданиді көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 23,85 мл сынап (II) нитраты жұмсалады. Сынап (II) нитраты ерітіндісінің титрін, нормальді және мольдік концентрацияларын есептеңіз.

$$Ж. C_n = 0,1048 \text{ моль/л}; C_M = 0,0524 \text{ моль/л}; T = 0,017114$$

19. Массасы 0,5510 г таза NaCl көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін 0,0500 М $AgNO_3$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

$$Ж. 18,84 \text{ мл.}$$

20. Массасы 0,1023 г KCl үлгісін титрлеу үшін 0,0450 М $AgNO_3$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет болатынын есептеңіз.

$$Ж. V = 30,51 \text{ мл.}$$

21. Құрамында 2,50% қоспа бар массасы 0,1025 г KBr үлгісін титрлеу үшін 0,0350 М $AgNO_3$ ерітіндісінің қандай көлемі жұмсалады?

$$Ж. 24,06 \text{ мл}$$

22. Құрамында 98,50% NaCl бар массасы 0,0303 г үлгі суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеу үшін 0,0200 М AgNO₃ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Ж. 25,51 мл.

23. Массасы 1,4505 г таза NaCl үлгісі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін AgNO₃ ерітіндісінің 24,85 мл жұмсалды. AgNO₃ ерітіндісінің нормальді концентрациясын, титрін және NaCl бойынша титрін есептеңіз.

Ж. $C_n = 0,0499$ моль/л; $T = 0,008478$; $T_{AgNO_3/NaCl} = 0,002919$.

24. $T_{KCl/Cl} = 0,003550$ көлемі 25,00 мл KCl ерітіндісін титрлеу үшін 25,85 мл AgNO₃ ерітіндісі жұмсалды. AgNO₃ ерітіндісінің нормальді концентрациясын және NH₄SCN бойынша титрін есептеңіз.

Ж. $C_n = 0,0967$ моль/л; $T_{AgNO_3 / NH_4SCN} = 0,007359$.

25. Мырышты анықтауға K₄[Fe(CN)₆] ерітіндісі қолданылады. Көлемі 500,00 мл 0,0500н. K₄[Fe(CN)₆] ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?

Ж. 3,0700 г.

26. Галогенидтерді анықтау үшін массасы 2,6565 г сынаптың тұзы көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,0 мл титрлеу үшін 0,1015 н. NaCl ерітіндісінің 14,95 мл жұмсалған. Сынаптың қандай тұзы алынғанын анықтаңыз.

Ж. Hg₂(NO₃)₂

27. Галогенидтерді меркурометрлік әдіспен анықтауға қажет көлемі 250,0 мл 0,0450 н. Hg₂(NO₃)₂ ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді қажет?

Ж. 2,9543 г.

28. Құрамында 98,00% KBr бар үлгіні меркуриметрлік әдіспен титрлеу үшін 24,15 мл 0,0500 н. Hg(NO₃)₂ ерітіндісі жұмсалды. Өлшендінің массасы қандай болғанын табыңыз.

Ж. 0,1466 г.

29. Массасы 0,1215 г KCl суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеу үшін 23,12 мл Hg₂(NO₃)₂ жұмсалған Hg₂(NO₃)₂ ерітіндісінің концентрациясын есептеңіз.

Ж. $C_n = 0,0701$ моль/л.

30. K₄[Fe(CN)₆] ерітіндісінің концентрациясын анықтау үшін массасы 2,3250 г таза мырыш көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Мырыштың стандартты ерітіндісінің 20,00 мл дифениламин

катысында титрлеу үшін 22,35 мл $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндісі жұмсалған. $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндінің нормальды, мольдік концентрацияларын, титрін және Zn бойынша титрін есептеңіз.

$$\text{Ж. } C_n = 0,2545 \text{ моль/л; } C_M = 0,0848 \text{ моль/л; } T = 0,031253; T_{K_4Fe(CN)_6/Zn} = 0,008322$$

31. Массасы 0,6525 г $Hg(NO_3)_2$ тұзы көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада қышқылдық ортада ерітілген. Осы ерітіндінің мольдік, нормальді концентрацияларын, титрін және хлорид-иондары бойынша титрін есептеңіз.

$$\text{Ж. } T = 0,002610; C_n = 0,0160 \text{ моль/л; } T_{Hg(NO_3)_2/Cl} = 0,000568$$

32. Массасы 13,1300 г $Hg_2(NO_3)_2$ тұзы көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында қышқылдық ортада ерітілген. Осы ерітіндінің мольдік, нормальды концентрацияларын, титрін және бромид-иондары бойынша титрін есептеңіз.

$$\text{Ж. } C_M = 0,025 \text{ моль/л; } C_n = 0,05 \text{ моль/л; } T = 0,026260; T_{Hg_2(NO_3)_2/Br} = 0,00399.$$

33. Концентрациясы белгісіз 50,00 мл NaCl ерітіндісіне 100,00 мл 0,0250 M $AgNO_3$ ерітіндісі артығымен қосылған. Артық қалған $AgNO_3$ ерітіндісін титрлеу үшін 10,00 мл 0,0300M NH_4SCN ерітіндісі жұмсалған. NaCl ерітіндісінің нормальды концентрациясы және титрі нешеге тең екенін табыңыз?

$$\text{Ж. } C_n = 0,044 \text{ моль/л; } T = 0,002574.$$

34. Концентрациясы 0,0500M NH_4SCN ерітіндісін титрлеу үшін көлемі 250,0 мл $AgNO_3$ ерітіндісі даярланған. $AgNO_3$ ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?

$$\text{Ж. } 2,1338 \text{ г.}$$

35. Құрамында 84% Ag бар массасы 0,21 г құйманы титрлеу үшін 20,0 мл NH_4SCN ерітіндісі жұмсалған. NH_4SCN ерітіндісінің C_n нешеге тең болғанын табыңыз.

$$\text{Ж. } 0,0817 \text{ н.}$$

36. 0,1 н. $AgNO_3$ ерітіндісін алу үшін 500,0 мл 0,13н. $AgNO_3$ ерітіндісіне неше мл H_2O қосу қажет?

$$\text{Ж. } 150,0 \text{ мл}$$

37. 25,0 мл $T_{NaCl/Cl}$ 0,00189 NaCl титрлеу үшін 24,3 мл $AgNO_3$ жұмсалған. $AgNO_3$ ерітіндісінің C_n және T_{AgNO_3/NH_4SCN} нешеге тең?

$$Ж. C(AgNO_3) = 0,0547 \text{ н.}; T_{AgNO_3/NH_4SCN} = 0,004157$$

38. Құрамында 2,38% бөгде қоспалары бар калий хлориді үлгісінің 0,2692 г өлшендісі суда ерітілген. Түзілген ерітіндіге 50,00 мл $AgNO_3$ ерітіндісі қосылып, артық қалған $AgNO_3$ титрлеу үшін 15,50 мл аммоний роданиді ерітіндісі жұмсалған. 10,00 мл $AgNO_3$ ерітіндісі 10,50 мл NH_4SCN ерітіндісіне эквивалентті болса, күміс нитраты мен аммоний роданиді ерітінділерінің концентрациялары нешеге тең болғаны?

$$Ж. C_{NH_4SCN} = 0,095 \text{ М}; C_{AgNO_3} = 0,10 \text{ М}$$

Кері титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Массасы 0,2224 г құрамында мырыш бар құйма үлгісі қышқылда ерітілген. Осы ерітіндіге артығымен 50,00 мл 0,0945н. $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндісі қосылған. Артық қалған $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндісін титрлеу үшін 5,65 мл 0,1000 н. $ZnSO_4$ ерітіндісі жұмсалған. Құймада Zn м.ү. есептеңіз.

$$Ж. 61,15\%$$

2. Құрамында мырыш оксиді бар массасы 0,4025 г үлгі қышқылда ерітілген. Осы ерітіндіге 30,00 мл 0,0450 М $K_4Fe(CN)_6$ ерітіндісі қосылған. Артық қалған $K_4Fe(CN)_6$ ерітіндісін титрлеу үшін 5,45 мл 0,0515 М $ZnSO_4$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде ZnO м.ү. нешеге тең?

$$Ж. 10,81\%$$

3. Егер үлгіні ерітіп осы жүйеге артығымен 30,00 мл 0,1500 М NH_4SCN ерітіндісін қосқаннан кейін, артық қалған NH_4SCN титрлеу үшін 0,1200 М $AgNO_3$ ерітіндісінің 22,85 мл керек болса, анализге құрамында 75,5% Ag бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет?

$$Ж. m = 0,2512 \text{ г.}$$

4. Анализге құрамында 5,25% галогенид-ионы бар массасы 2,6177 г үлгі алынып, суда ерітілген. Ерітіндіге 25,00 мл 0,1000 М $AgNO_3$ ерітіндісі артығымен қосылған, артық қалған $AgNO_3$ ерітіндісін титрлеу үшін 0,1500 М NH_4SCN ерітіндісінің 5,20 мл жұмсалған. Үлгіде қандай галогенид ионы болғанын анықтаңыз.

$$Ж. Br^-$$

5. Массасы 2,5085 г KBr үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 0,0200 М $Hg_2(NO_3)_2$ ерітіндісінің 30,00 мл қосылып, артық қалған $Hg_2(NO_3)_2$ ерітіндісін титрлеу үшін $T=0,001755$ NaCl ерітіндісінің 5,50 мл жұмсалған. Үлгідегі KBr м.ү. қандай?

$$Ж. \omega(KBr) = 98,20\%$$

6. Құрамында хлорид-ионы бар үлгі суда ерітіліп, оған 0,1121 М AgNO_3 ерітіндісінің 30,00 мл артығымен қосылды. Артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін 6,50 мл 0,1158 М NH_4SCN ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде неше грамм хлорид-иондары болғанын табыңыз.
Ж. $m = 0,0920$ г
7. Массасы 3,0000 г KCl үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,00 мл-не 0,0602 М AgNO_3 ерітіндісінің 25,00 мл қосылған. Артық қалған Ag^+ -иондарын титрлеу үшін $T_{\text{NH}_4\text{SCN}/\text{Ag}} = 0,008632$ NH_4SCN ерітіндісінің 12,00 мл қажет. Үлгідегі KCl м.ү. нешеге тең?
Ж. 45,11%
8. Массасы 1,9597 г KBr көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 0,0345 М AgNO_3 ерітіндісінің 50,00 мл артығымен қосылған. Артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін 0,1050 М NH_4SCN ерітіндісінің 9,35 мл жұмсалады. Үлгідегі Br м.ү. нешеге тең?
Ж. 60,61%
9. Массасы 2,8138 г $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не $T=0,016990$ AgNO_3 ерітіндінің 40,00 мл артығымен қосылған. Кері титрлеуге 0,0980 М NH_4SCN ерітіндісінің 15,00 мл қажет болған. Үлгідегі $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ м.ү. нешеге тең?
Ж. 98,50%
10. Массасы 0,1160 г NaCl үлгісі суда ерітілген, осы ерітіндіге 0,0954 М AgNO_3 ерітіндісінің 40,00 мл артығымен қосылған. Кері титрлеуге $T=0,007610$ NH_4SCN ерітіндісінің 19,85 мл жұмсалады. Өлшендіде Cl м.ү. нешеге тең екенін табыңыз.
Ж. 20,84%
11. Натрий бромиді үлгісі алынып, суда ерітілген. Осы ерітіндіге $T_{\text{AgNO}_3/\text{Ag}} = 0,010790$ AgNO_3 ерітіндісінің 50,00 мл артығымен қосылған. Артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін $T_{\text{NH}_4\text{SCN}} = 0,007600$ NH_4SCN ерітіндісінің 25,00 мл қажет. Үлгіде NaBr массасы қаншаға тең болғанын есептеңіз.
Ж. 0,2573 г
12. Массасы 0,7229 г екі валентті металл хлориді көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл 30,00 мл 0,1000 М AgNO_3 қосылып, артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін

0,0900 М NH_4SCN ерітіндісін 15,00 мл жұмсалған. Үлгіде қандай металл хлориді болғанын анықтаңыз.

Ж. Sr

13. Құрамында хлорид-иондары бар массасы 0,2000 г үлгі суда ерітілген. Осы ерітіндіге $T_{\text{AgNO}_3} = 0,004248$ AgNO_3 ерітіндісін 50,00 мл қосылған. Артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеу үшін 5,50 мл 0,0500 н. NH_4SCN қажет. Үлгідегі хлорид-ионның м.ү. нешеге тең болғаны?

Ж. 17,31%

14. Массасы 3,1500 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не $T_{\text{AgNO}_3/\text{Ag}} = 0,010790$ AgNO_3 ерітіндісін 40,00 мл қосылған. Кері титрлеуге 15,00 мл 0,1000 М NH_4SCN ерітіндісі жұмсалған. Үлгінің құрамындағы BaCl_2 м.ү. нешеге тең?

Ж. 82,62%

15. Массасы 1,7500 г NH_4Cl үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін $T_{\text{AgNO}_3} = 0,016990$ AgNO_3 ерітіндісін 35,00 мл артығымен қосылған. Кері титрлеуге $T_{\text{NH}_4\text{SCN}} = 0,007600$ NH_4SCN ерітіндісін 20,00 мл қажет болады. Үлгінің құрамындағы NH_4Cl м.ү. есептеңіз.

Ж. 91,7%

16. Құрамында 7,5% қоспа бар NH_4Cl үлгісі суда ерітілген. Осы ерітіндіге $T_{\text{AgNO}_3/\text{Cl}} = 0,003550$ AgNO_3 ерітіндісін 50,00 мл қосылған. Артық қалған AgNO_3 титрлеу үшін 0,0500 М NH_4SCN ерітіндісін 25,00 мл жұмсалған. Анализге NH_4Cl -дың қандай өлшендісі алынғанын табыңыз.

Ж. 0,2169 г

17. Үлгідегі сульфат иондарының қоспасын анықтау үшін массасы 4,1200 г үлгі алынып, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндіден 25,00 мл аликвот алып, оның құрамындағы сульфат-иондарын 35,00 мл BaCl_2 ерітіндісімен тұндырған. Артық қалған BaCl_2 титрлеу үшін 23,50 мл 0,0500 М $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісі жұмсалған. Егер 20,00 мл BaCl_2 ерітіндісіне 22,50 мл $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісі эквивалентті болса үлгідегі сульфат-иондарының м.ү. нешеге тең болғаны?

Ж. 18,50%

18. Калий хлориді үлгісінің тазалығын анықтау үшін 0,2692 г өлшенді алынып суда ерітілген. Түзілген ерітіндіге 50,00 мл AgNO_3 ерітіндісі қосылған. Артық қалған AgNO_3 ерітіндісін титрлеуге 15,50 мл $T=0,007220$ аммоний роданиді жұмсалады. Егер 10,00 мл AgNO_3 ерітіндісі 10,50 мл NH_4SCN ерітіндісіне эквивалентті болса үлгідегі бөгде қоспалардың м.ү. есептеңіз.

Ж. 2,38%

Тура титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. 25,00 мл 0,0950 М ZnSO_4 ерітіндісін титрлеу үшін 0,0850 М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет болады?
- Ж. 18,63 мл
2. Құрамында NaCl және KBr бар массасы 0,2250 г үлгі суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеу үшін 20,00 мл 0,1000 н. AgNO_3 ерітіндісі жұмсалған. Үлгідегі NaCl мен KBr м.ү. есептеңіз.
- Ж. KBr - 0,2124 г; NaCl - 0,0126 г
3. 25 мл NaCl ерітіндісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбаға құйылып, белгісіне дейін келтірілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 23,35 мл 0,0950 М AgNO_3 ерітіндісі жұмсалған. NaCl ерітіндісінің концентрациясын г/л есептеңіз.
- Ж. 103,8 г/л
4. KCl ерітіндісінің 15,00 мл титрлеу үшін 14,10 мл 0,0850 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісі жұмсалады. KCl ерітіндісінің массалық концентрациясы нешеге тең екенін табыңыз.
- Ж. 1,19%
5. Массасы 0,5064 г сілтілік жер металының хлориді көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін 0,0500 М AgNO_3 ерітіндісінің 18,25 мл жұмсалған. Үлгіде қандай хлорид болғанын анықтаңыз.
- Ж. CaCl_2
6. NH_4Cl ерітіндісін титрлеу үшін $T_{\text{AgNO}_3/\text{Cl}} = 0,004260$ AgNO_3 ерітіндісінің 30,00 мл жұмсалған. Ерітіндіде неше грамм хлорид-ионы болғанын табыңыз.
- Ж. 0,1278 г.
7. Барий хлориді үлгісін титрлеу үшін 25,00 мл 0,0250 М AgNO_3 ерітіндісі қажет. Үлгідегі BaCl_2 массасын есептеңіз.

Ж. 0,0651 г.

8. Массасы 0,2800 г мырыш тұзы суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеу үшін $T_{K_4Fe(CN)_6} = 0,014736$ $K_4Fe(CN)_6$ ерітіндісінің 16,50 мл жұмсалған. Үлгідегі ZnO м.ү. нешеге тең?
Ж. 28,78%
9. Массасы 2,5000 г мырыш кені өңделіп, көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-ін титрлеу үшін $T_{K_4Fe(CN)_6} = 0,006105$ $K_4Fe(CN)_6$ ерітіндісінің 13,50 мл жұмсалды. Үлгі құрамындағы ZnO м.ү. есептеңіз.
Ж. 13,19%
10. Құрамында калий бромиді бар массасы 0,3038 г өлшенді суда ерітілген. Түзілген ерітіндіні титрлеу үшін 23,85 мл $AgNO_3$ ерітіндісі жұмсалған. $AgNO_3$ ерітіндісінің титрі $T_{AgNO_3/Cl} = 0,003565$. Үлгі құрамындағы KBr м.ү. нешеге тең?
Ж. 93,80%
11. Массасы 1,9450 г күміс нитратының үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,00 мл титрлеу үшін 14,55 мл аммоний роданиді ерітіндісі жұмсалды ($T_{NH_4SCN} = 0,003568$). Үлгі құрамындағы $AgNO_3$ м.ү. нешеге тең?
Ж. 99,35%
12. Мырыш кенін анализдеу үшін массасы 3,1540 г үлгі алынған. Осы үлгіні ерітіп, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада дистилденген сумен белгісіне дейін келтірілген. Ерітіндіден 20,00 мл аликвот алынған. Аликвотты титрлеу үшін 5,10 мл $K_4[Fe(CN)_6]$ ерітіндісі қажет болады ($T_{K_4[Fe(CN)_6]} = 0,012850$). Кен құрамындағы мырыштың м.ү. қандай?
Ж. 6,91%
13. Массасы 1,4265 г хлорид көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндіден 25,00 мл аликвот алып оны титрлеу үшін 23,45 мл $T_{AgNO_3} = 0,011383$ $AgNO_3$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгі құрамындағы хлордың м.ү. қаншаға тең?
Ж. 39,10%
14. Массасы 2,4250 г күміс құймасы ерітіліп көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада белгісіне дейін дистилденген су құйылған. Осы ерітіндінің көлемі 10,00 мл аликвотын титрлеу үшін 11,95 мл 0,0500 М аммоний роданиді ерітіндісі жұмсалады. Құйма құрамындағы күмістің м.ү. табыңыз.

15. Массасы 7,2000 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ үлгісі көлемі 1,0 л өлшеуіш колбада ерітілген. Көлемі 25,00 мл аликвотты титрлеу үшін $T_{\text{AgNO}_3/\text{Ag}} = 0,005395$ AgNO_3 ерітіндісінің 26,75 мл жұмсалады. Үлгіде хлордың м.ү. нешеге тең?

Ж. 26,38%

16. Мырышты анализдеу үшін массасы 0,5550 г өлшенді алынып сула ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеуге $T_{\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]} = 0,038760$ калии ферроцианид ерітіндісінің 12,96 мл көлемі жұмсалған. Өлшендідегі Zn пен ZnO м.ү. есептеңіз.

Ж. Zn - 8,03%; ZnO - 10,00%.

17. Көлемі 10,00 мл HCl ерітіндісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбаға құйылып, белгісіне дейін дистилденген сумен келтірілген. Даярланған ерітіндіден 25,00 мл аликвот алып, оны AgNO_3 ерітіндісімен титрлегенде $T = 0,005395$ AgNO_3 ерітіндісінің 24,15 мл жұмсалған. Бастапқы ерітіндінің бір литрінде неше грамм Cl^- қышқылы болғаны?

Ж. 28,03 г

18. Құрамында Cl^- -иондары бар массасы 0,1068 г белгісіз зат AgNO_3 ерітіндісімен титрленген. Титрлеуге $T = 0,016990$ AgNO_3 ерітіндісінің 18,25 мл жұмсалған. Үлгіде қандай зат KCl немесе NaCl болғанын анықтаңыз.

Ж. NaCl

19. NaCl үлгісінің өлшендісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 0,0250 M $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісінің 25,50 мл жұмсалған. Өлшендінің массасы нешеге тең болғанын табыңыз.

Ж $m = 0,7459$ г

20. Құрамы KBr мен KNO_3 тұратын үлгінің 0,8300 г көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 0,0500 M AgNO_3 ерітіндісінің 10,40 мл жұмсалған. Үлгіде KBr мен KNO_3 м.үлестерін есептеңіз.

Ж. KBr - 74,55%; KNO_3 - 25,45%

Титрлеу барысында рМе және рАп есептеу

- 1-есеп. Көлемі 25,00 мл 0,1000 M AgNO_3 1)24,00 мл 2)25,00 мл 3)26,00 мл 0,1000 M KJ ерітіндісімен титрленген. Осы үш нүктедегі рAg және рJ есептеңіз.

Шешуі.

1) 25,00 мл 0,1000 М AgNO_3 ерітіндісіне 24,00 мл 0,1000 М KJ ерітіндісі қосылғанда ерітіндіде Ag^+ -иондары артық қалады, себебі:

$$n(\text{Ag}^+) = V(\text{Ag}^+)C_n(\text{Ag}^+) = 250,1 = 2,5$$

$$n(\text{J}^-) = V(\text{J}^-)C_n(\text{J}^-) = 240,1 = 2,4$$

Сонда,

$$C_{\text{Ag}^+} = \frac{C_n(\text{Ag}) \cdot V(\text{Ag}) - C_n(\text{J}^-) \cdot V(\text{J}^-)}{V_{\text{AgNO}_3} + V_{\text{KJ}}} = \frac{0,1 \cdot 25 - 0,1 \cdot 24}{25 + 24} = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$p\text{Ag} = -\lg C_{\text{Ag}^+} = -\lg 2,04 \cdot 10^{-3} = 2,7$$

Енді $p\text{J}$ табу үшін AgJ -тың K_s° пайдалану қажет.

$$K_s^\circ(\text{AgJ}) = C(\text{Ag}^+)C(\text{J}^-)$$

$$C(\text{J}^-) = \frac{K_s^\circ(\text{AgJ})}{C(\text{Ag}^+)} = \frac{8,3 \cdot 10^{-17}}{2,04 \cdot 10^{-3}} = 4,07 \cdot 10^{-14} \text{ моль/л}$$

$$p\text{J} = -\lg C(\text{J}^-) = -\lg 4,07 \cdot 10^{-14} = 13,39$$

2) 25,00 мл 0,1000 М KJ ерітіндісін қосқан жағдайда - жүйеде эквивалентті нукте орын алады, себебі $n(\text{Ag}^+) = n(\text{J}^-)$.

Бұл жағдайда жүйедегі J^- пен Ag^+ иондарының концентрациясы AgJ -тың K_s° анықталады, яғни

$$K_s^\circ(\text{AgJ}) = C(\text{Ag}^+)C(\text{J}^-) = C^2(\text{Ag}^+)$$

$$C(\text{Ag}^+) = C(\text{J}^-), \text{ сондықтан } p\text{Ag} = p\text{J}$$

$$C(\text{Ag}^+) = C(\text{J}^-) = \sqrt{K_s^\circ(\text{AgJ})} = \sqrt{8,3 \cdot 10^{-17}} = 9,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

$$p\text{Ag} = p\text{J} = 8,04.$$

3) 26,00 мл 0,1000 М KJ ерітіндісі қосылған жағдайда жүйеде J^- иондары артық болады, себебі $C(\text{J}^-)V(\text{J}^-) = 0,126 = 2,6$.

Онда:

$$C(\text{J}^-) = \frac{C(\text{J}^-) \cdot V(\text{J}^-) - C(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{Ag}^+)}{V_{\text{J}^-} + V_{\text{Ag}^+}} = \frac{2,6 - 2,5}{51} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$p\text{J} = -\lg C(\text{J}^-) = -\lg 2 \cdot 10^{-3} = 2,70$$

$$p\text{J} + p\text{Ag} = pK_s^\circ \quad pK_s^\circ - p\text{J} = p\text{Ag}$$

$$p\text{Ag} = 16,08 - 2,70 = 13,38$$

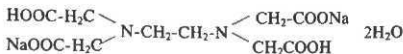
ЕСЕПТЕР

1 Көлемі 10,00 мл 0,1000 М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісіне 1)9,90 мл; 2)10,10 мл 0,1000 М Na_2SO_4 ерітінділері қосылған. Жүйеде $p\text{Pb}$ мен $p\text{SO}_4$ нешеге тең болады?

2. Көлемі 25,00 мл 0,1000 н. натрий оксалаты ерітіндісін 1)25,00 мл; 2)26,00 мл 0,1000 н. AgNO_3 ерітінділерімен титрленген жағдайда ρ_{Ag} және $\rho_{\text{C}_2\text{O}_4}$ есептеңіз.
3. Калий хроматы ерітіндісі күміс нитраты ерітіндісімен титрленген. Эквивалентті нүктедегі ρ_{Ag} және ρ_{CrO_4} есептеңіз.
4. Көлемі 29,00 мл 0,0500 М NaCl ерітіндісіне 1)19,98 мл; 2)20,00 мл; 3)20,05 мл 0,0500 М AgNO_3 ерітінділері қосылған. Әр нүктедегі ρ_{Ag} мен ρ_{Cl} есептеңіз.
5. 20,00 мл 0,0500 М AgNO_3 ерітіндісі 0,0250 М NH_4SCN ерітіндісімен 90,0%; 99,9%; 100% титрленген жағдайдағы жүйенің ρ_{Ag} мен ρ_{SCN} есептеңіз.
6. 0,0500 М AgNO_3 ерітіндісі 0,0400 М NaCl ерітіндісімен 50,0% титрленген жағдайдағы жүйенің ρ_{Ag} мен ρ_{Cl} есептеңіз.
7. 20,00 мл 0,0400 М AgNO_3 ерітіндісіне 12,00 мл 0,0300 М NH_4SCN қосылған. Жүйенің ρ_{Ag} мен ρ_{SCN} нешеге тең болады?
8. 25,00 мл 0,0500 М AgNO_3 ерітіндісі 0,0250 М NaCl ерітіндісімен 99% титрленген. Жүйенің ρ_{Ag} мен ρ_{Cl} есептеңіз.
9. 20,00 мл 0,0300М BaCl_2 ерітіндісі 0,0150 М H_2SO_4 ерітіндісімен титрленген. Эквивалентті нүктеде ρ_{Ba} мен ρ_{SO_4} нешеге тең болады?
10. 0,0500 М AgNO_3 ерітіндісі 0,0500 М KJ ерітіндісімен титрленген. Осы ерітінді $\pm 1,0\%$ титрленген жағдайда жүйедегі ρ_{Ag} мен ρ_{J} есептеңіз.
11. Тұндыру әдісімен орындалатын титрлеуде эквивалентті нүктеден $\pm 10,0$ мл; $\pm 1,00$ мл; $\pm 0,10$ мл-мен титрленген жағдайда жүйедегі катиондар мен аниондардың концентрацияларын есептеп титрлеу қисығын сызыңыз:
 - 1) 25,00 мл 0,0500 М KJ ерітіндісі 0,0300 М AgNO_3 ерітіндісімен титрленген;
 - 2) 30,00 мл 0,0400 М NH_4SCN ерітіндісі 0,0200 М AgNO_3 ерітіндісімен титрленген;
 - 3) 25,00 мл 0,0400 М Na_2SO_4 ерітіндісі 0,0200 М BaCl_2 ерітіндісімен титрленген.

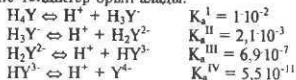
4.9. Комплексонометрлік титрлеу әдісі

Комплексонометрлік титрлеуде көбіне титрант ретінде динарий этилендиаминтетраацетаты пайдаланылады:



оны былай белгілеп ($\text{Na}_2\text{ЭДТА}$), комплексон III не трилон Б деп атайды.

Бұл төрт негізді өлсіз қышқылдың тұзы. Судағы ерітіндісінде төмендегі тепе-теңдіктер орын алады:

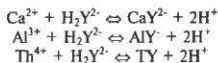


Жүйеле ерітіндінің рН-на байланысты иондардың мольдік үлесі өзгеріп отырады. Кестеде түрлі рН шамасында Y^{4-} мольдік үлесі ($\alpha_{\text{Y}^{4-}}$) көрсетілген.

Түрлі рН шамасында Y^{4-} $\alpha_{\text{Y}^{4-}}$ коэффициентінің мәндері.

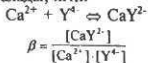
рН	α	$-\lg \alpha$ (р α)	рН	α	$-\lg \alpha$ (р α)
1	$5,7 \cdot 10^{-18}$	17,2	8	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,3
2	$2,9 \cdot 10^{-14}$	13,4	9	$5,0 \cdot 10^{-2}$	1,3
3	$2,0 \cdot 10^{-11}$	10,7	10	$3,3 \cdot 10^{-1}$	0,46
4	$3,0 \cdot 10^{-9}$	8,5	11	$8,3 \cdot 10^{-1}$	0,07
5	$3,0 \cdot 10^{-7}$	6,5	12	$9,8 \cdot 10^{-1}$	0,03
6	$2,0 \cdot 10^{-5}$	4,7	13	1,0	0
7	$4,3 \cdot 10^{-4}$	3,3	14	1,0	0

Титрлеу барысында $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ мен катиондар арасында мынадай реакциялар жүреді:



Сонымен, металл-иондарының тотығу дәрежесіне қарамастан бір металл-ионымен бір молекула $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ әрекеттеседі. Сондықтан $f_{\text{жк}}(\text{Me}^{n+})=1$ және $f_{\text{жк}}(\text{Na}_2\text{ЭДТА})=1$.

Түзілген комплексті қосылыстардың тұрақтылығы тұрақтылық константаларымен сипатталады, яғни



$[\text{Y}^{4-}]$ ерітіндінің рН-на тәуелді болғандықтан, оның $\alpha_{\text{Y}^{4-}} = \frac{[\text{Y}^{4-}]}{C_{\text{Y}^{4-}}}$

анықталады немесе $[\text{Y}^{4-}] = \alpha_{\text{Y}^{4-}} \cdot C_{\text{Y}^{4-}}$

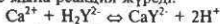
Сонда
$$\beta = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}] \cdot \alpha_{Y^{4-}} \cdot C_{Y^{4-}}}$$

$$\beta' = \beta \alpha_{Y^{4-}} = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}] \cdot C_{Y^{4-}}}$$

β' - шартты тұрақтылық константа, ерітіндінің рН-на тәуелді өзгеріп отырады.

1-есеп. Көлемі 20,0 мл 0,1 М $CaCl_2$ ерітіндісі 15,0 мл 0,1 М Na_2EDTA ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде кальций иондарының концентрациясы мен оның көрсеткішін (рСа) есептеңіз.

Шешуі. Жүйеде мына реакция жүреді:

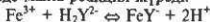


$$[Ca^{2+}] = \frac{V_{Ca^{2+}} \cdot C_{Ca^{2+}} - V_{H_2Y^{2-}} \cdot C_{H_2Y^{2-}}}{V_t} = \frac{20 \cdot 0,1 - 15,0 \cdot 0,1}{35} = 0,014 \text{ моль/л}$$

$$pCa = -\lg[Ca^{2+}] = -\lg 1,4 \cdot 10^{-2} = 1,85.$$

2-есеп. рН=2 көлемі 25,0 мл 0,1М $FeCl_3$ ерітіндісі 25,2 мл 0,1 М Na_2EDTA ерітіндісімен титрленген. Жүйедегі темір (III) иондарының концентрациясы мен оның көрсеткішін есептеңіз.

Шешуі. 1. Жүйеде мына реакция жүреді:



2. Na_2EDTA ерітіндісі артығымен қосылған сондықтан, жүйеде $C_{Y^{4-}}$ анықтау қажет

$$C_{Y^{4-}} = \frac{25,2 \cdot 0,1 - 25 \cdot 0,1}{50,2} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

3. Ерітіндінің рН=2 кестеден $\alpha_{Y^{4-}}$ табу қажет. Оның шамасы $2,9 \cdot 10^{-14}$ тең.

Сонда
$$\alpha = \frac{[Y^{4-}]}{C_{Y^{4-}}} \quad [Y^{4-}] = \alpha C_{Y^{4-}}$$

4. Енді комплексонаттың тұрақтылық константасынан $[Fe^{3+}]$ есептеу қажет

$$\beta = \frac{[FeY^+]}{[Fe^{3+}] \cdot [Y^{4-}]} = \frac{[FeY^+]}{[Fe^{3+}] \alpha \cdot C_{Y^{4-}}}$$

$$\beta' = \beta \alpha = \frac{[FeY^+]}{[Fe^{3+}] \cdot C_{Y^{4-}}} = 1,3 \cdot 10^{23} \cdot 2,0 \cdot 10^{-11} = 2,6 \cdot 10^{12}$$

$$[Fe^{3+}] = \frac{[FeY^+]}{\beta' \cdot C_{Y^{4-}}}$$

$$[FeY^+] = \frac{25 \cdot 0,1}{50,2 \cdot 0,1} = 0,5$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{0,5}{2,6 \cdot 10^{14} \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 4,8 \cdot 10^{-12} \text{ моль/л}$$

$$\text{pFe} = -\lg 4,8 \cdot 10^{-12} = 11,32$$

ЕСЕПТЕР

Ерітінділер даярлау және оларды стандарттау

1. Массасы 7,8500 г таза $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 1)титрін; 2) Ca^{2+} және CaO бойынша титрін; 3)мольдік концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } T = 0,015700; T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{Ca}} = 0,00188;$$

$$T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{CaO}} = 0,002632; C = 0,0470 \text{ моль/л.}$$

2. Құрамында 0,50% ылғалдығы бар массасы 4,2500 г $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ үлгісі көлемі 1,0 л өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің мольдік концентрациясын және титрін есептеңіз.

$$\text{Ж. } T = 0,004229; C = 0,0126 \text{ моль/л.}$$

3. Көлемі 500,0 мл $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}} = 0,016810$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін даярлау үшін құрамында 0,35% ылғалдық бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет?

$$\text{Ж. } 8,4345 \text{ г.}$$

4. Көлемі 2,0 л $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{CaO}} = 0,002520$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?

$$\text{Ж. } 42,336 \text{ г.}$$

5. Көлемі 500,0 мл 0,0150 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін даярлау үшін 0,0500 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің қандай көлемін алу қажет?

$$\text{Ж. } 150,0 \text{ мл.}$$

6. Көлемі 1,0 л 0,0450 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін даярлау үшін 0,2500 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісіне қанша көлем су қосу қажет?

$$\text{Ж. } 820,0 \text{ мл } \text{H}_2\text{O.}$$

7. Мырыштың стандартты ерітіндісін даярлау үшін таза мырыштың 0,8175 г көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін стандарттау үшін 20,00 мл аликвот алып ерітіндінің $\text{pH} = 5$ келтіріп титрлегенде, $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 21,2 мл жұмсалады $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің мольдік концентрациясын есептеңіз.

$$\text{Ж. } 0,0472 \text{ моль/л}$$

8. $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ -ның мына ерітінділері араластырылған: 200,0 мл 0,0120 М; 150,0 мл 0,1000 М және 250,0 мл 0,0500 М. Түзілген ерітіндінің мольдік концентрациясы қаншаға тең?
Ж. 0,0498 моль/л
9. 40,00 мл CdSO_4 ерітіндісін титрлеу үшін 0,0100 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 38,20 мл қажет. CdSO_4 ерітіндісінің титрін және концентрациясын (г/л) өрнектеңіз.
Ж. $T=0,001991$; 1,9912 г/л
10. 25,00 мл $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісін титрлеуге $T=0,0006724$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 23,45 мл жұмсалады. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісінің T және концентрациясын (г/л) табыңыз.
Ж. $T=0,003705$; 3,7051 г/л
11. Құрамында 45,0% Mg бар массасы 0,4500 г үлгіні титрлеуге 35,50 мл $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісі жұмсалады $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің мольдік концентрациясы қандай болғанын табыңыз.
Ж. 0,2377 моль/л
12. Құрамында 50,0% Ca бар массасы 0,3500 г үлгіні титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}} = 0,016810$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?
Ж. 87,4 мл

Тура титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Fe_2O_3 үлгісі алынып, өңделіп суда ерітілген. Түзілген ерітіндіні титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}} = 0,015125$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 24,35 мл жұмсалады. Үлгідегі темірдің массасы нешеге тең?
Ж. 0,0611 г.
2. Al_2O_3 үлгісінен өлшенді алынып, өңделіп суда ерітілген. Түзілген ерітіндіні титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{Ca}} = 0,001800$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 19,25 мл жұмсалады. Үлгідегі алюминий оксидінің массасы нешеге тең?
Ж. 0,1785 г.
3. Егер титрлеу үшін 0,0150 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 35,50 мл жұмсалатын болса, құрамында 12,50% Pb бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет.
Ж. 0,8827 г.

4. Егер титрлеу үшін $T=0,016810$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 25,50 мл жұмсалса құрамында 5,0% ThO_2 бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет.
- Ж. 1,31 г.
5. Құрамында 56% CaO бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет, егер оны титрлеуде $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{Ca}} = 0,000800$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 45,50 мл жұмсалатын болса?
- Ж. 0,0910 г.
6. Құрамында 35,5% Al_2O_3 бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет, егер оны титрлеу үшін 0,0500 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 24,85 мл жұмсалатын болса?
- Ж. 0,1785 г.
7. Үлгіні титрлеу үшін 0,1500М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 15,20 мл жұмсалады. Құрамында 3,5% қоспа бар CaCl_2 үлгісінен қандай өлшенді алынғанын табыңыз.
- Ж. 0,2623 г.
8. Алюминий тұзын титрлеу үшін 0,0550 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 25,60 мл жұмсалды. Құрамында 1,50% қоспа бар $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ үлгісінен қандай өлшенді алынған.
- Ж. 0,4763 г.
9. Висмут хлориді үлгісінің өлшендісі алынып, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 20,00 мл титрлеу үшін 0,0250 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 30,20 мл жұмсалды. Анализге қандай өлшенді алынғанын есептеңіз.
- Ж. 2,9756 г.
10. Темір сульфатының кристаллогидратының үлгісі алынып, көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}} = 0,016810$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 23,80 мл жұмсалған. Құрамында таза $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ м.ү. 98,75% үлгіден қандай өлшенді алынғанын табыңыз.
- Ж. 6,7725 г.
11. Құрамында Fe(II) және Fe(III) иондары бар 100,0 мл ерітіндіні $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіні $\text{pH}=2,0$ тең болған жағдайда титрлеуге 25,2 мл 0,0150М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісі жұмсалады, ал $\text{pH}=6,0$ тең болған жағдайда осы ерітіндінің 35,5 мл қажет болады. Зерттелетін ерітіндіде әр ионның концентрациясын мг/мл есептеңіз.
- Ж. Fe^{3+} - 0,2 мг/мл; Fe^{2+} - 0,3 мг/мл.

12. Массасы 0,2681 г $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{Fe}} = 0,002790$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 26,15 мл жұмсалған. Үлгідегі $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ м.ү. нешеге тең?

Ж. 97,51%

13. Магний хлориді кристаллогидратының 2,5921 г көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{ЭДТА}/\text{Mg}} = 0,001200$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 25,50 мл жұмсалған. Кристаллогидраттың құрамында неше моль кристалдық су бар екенін табыңыз.

Ж. $n=6$.

14. Құрамында Ca^{2+} және Mg^{2+} иондары бар ерітіндіні көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада белгісіне дейін дистилденген сумен келтірілі. Осы ерітіндінің 25,00 мл Т эриохром қара қатысында титрлеу 0,0200 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 16,40 мл жұмсалады. Дәл осындай аликвотты мурексид қатысында титрлеуге 7,20 мл $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ қажет болады. Зерттелетін ерітіндіде кальций мен магнийдің массаларын табыңыз.

Ж. Ca - 0,0576 г; Mg - 0,0442 г.

15. Құрамы CaCO_3 пен MgCO_3 тұратын үлгі қышқылмен өңделіп, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбаға аударылып, белгісіне дейін дистилденген сумен келтірілген. Ca^{2+} мен Mg^{2+} қосындысын титрлеуге 25,00 мл аликвот алынған. Оны титрлеуге 26,25 мл 0,0250 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ жұмсалған. Дәл осындай аликвоттан Ca^{2+} анықтауда 21,40 мл $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ қажет болады. Үлгіде неше грамм CaCO_3 және MgCO_3 болғаны?

Ж. CaCO_3 - 0,5350 г; MgCO_3 - 0,1019 г.

16. Құрамы BaCO_3 пен CaCO_3 тұратын массасы 1,500 г үлгі өңделіп, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбаға аударылып, белгісіне дейін дистилденген сумен келтірілген. Осы ерітіндіден 25,00 мл аликвот алып Ca^{2+} мен Ba^{2+} қосындысын титрлеуге 26,25 мл 0,0250 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісі жұмсалды. Дәл осындай аликвоттан тек Ca^{2+} анықтауда 5,25 мл $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ қажет. Үлгіде CaCO_3 пен BaCO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. BaCO_3 - 8,74%; CaCO_3 - 68,95%.

Кері титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Құрамында Co^{2+} иондары бар үлгіні көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада еріткен. Осы ерітіндінің 50,00 мл-не 25,00 мл $T = 0,005043$

- Na₂ЭДТА ерітіндісі қосылған. Кері титрлеуге $T_{Na_2ЭДТА/Mg} = 0,000360$
- MgSO₄ ерітіндісінің 7,50 мл жұмсалды. Үлгіде кобальттың массасы нешеге тең?
- Ж. 0,1546 г.
2. Құрамында Hg²⁺-иондары бар ерітіндінің 50,00 мл-не 0,0100 М Na₂ЭДТА ерітіндісінің 25,00 мл қосылған. Артық қалған Na₂ЭДТА ерітіндісінің титрлеу үшін 0,0100 М MgSO₄ ерітіндісінің 10,50 мл жұмсалады. Ерітіндінің 250,0 мл көлемінде Hg²⁺ массасы нешеге тең?
- Ж. 0,1454 г.
3. Массасы 0,9147 г. Al₂(SO₄)₃ көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 50,00 мл 0,0200 М Na₂ЭДТА ерітіндісі қосылған. Кері титрлеуге 0,0150 М FeCl₃ ерітіндісінің 23,00 мл жұмсалған. Үлгінің құрамындағы Al₂(SO₄)₃ м.ү. есептеңіз.
- Ж. 98,02%
4. Темір (III) сульфаты кристаллогидраты үлгісінің өлшендісі алынып, суда ерітілген. Осы ерітіндіге 50,00 мл 0,0250 М Na₂ЭДТА ерітіндісі артығымен қосылған. Кері титрлеуге $T_{ZnSO_4/Zn} = 0,001635$ ZnSO₄ ерітіндісінің 15,5 мл жұмсалған. Өлшендінің массасы нешеге тең болғаны?
- Ж. 0,2424 г.
5. Құрамында 5,00% қоспа бар PbO₂ үлгісі өңделіп, көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбаға аударылып, дистилденген сумен белгісіне дейін келтірілген. Осы ерітіндінің 50,00 мл-не 25,00 мл 0,050 М Na₂ЭДТА ерітіндісі артығымен қосылған. Артық қалған Na₂ЭДТА ерітіндісін титрлеуге 0,045 М MgSO₄ ерітіндісінің 12,00 мл жұмсалған. Анализге алынған өлшендінің массасы нешеге тең?
- Ж. 0,8939 г.
6. Құрамында 97,50% Al₂(SO₄)₃ үлгінің өлшендісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не $T=0,006724$ Na₂ЭДТА ерітіндісінің 25,00 мл артығымен қосылған, артық қалған Na₂ЭДТА-ны титрлеу үшін $T=0,002400$ MgSO₄ ерітіндісінің 12,0 мл жұмсалған. Анализге алынған өлшендінің массасы нешеге тең?
- Ж. 0,9125 г.
7. Кальций хлориді кристаллогидратының үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 0,0200 М Na₂ЭДТА ерітіндісінің 25,00 мл артығымен қосылған. Кері титрлеуге 0,0200 М Zn(CH₃COO)₂ ерітіндісінің 10,00 мл жұмсалған. Үлгіде

кальций хлориді кристаллогидратының ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) массасы нешеге тең?

Ж. 0,4382 г.

8. Кальций хлориді кристаллогидратының 1,3146 г көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Көлемі 25,00 мл аликвотына $T=0,0006724$ $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісінің 25,00 мл қосылып, артық қалған $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісін титрлеу үшін $T_{\text{MgSO}_4/\text{Mg}} = 0,000480$ MgSO_4 ерітіндісінің 10,00 мл қажет. Кальций хлориді кристаллогидратының молекуласында неше кристалдық су молекуласы болғаны?

Ж. $n = 6$

Титрлеу барысында металл-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеу

1. Барий комплексонаты ерітіндісінің рН-ы:
1) 3; 2) 5; 3) 7; 4) 9
тең болған жағдайда, оның шартты тұрақтылық константаларын есептеп, қорытынды жасаңыз.
2. Темір (III) комплексонаты ерітіндісінің рН-ы:
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 5
тең болған жағдайда, оның шартты тұрақтылық константаларын есептеп, қорытынды жасаңыз.
3. Көлемі 15,0 мл 0,05 М MgSO_4 ерітіндісі 10,0 мл 0,05 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде магний-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[\text{Mg}^{2+}] = 10^{-2}\text{M}$; $p\text{Mg} = 2$
4. Көлемі 20,0 мл 0,10 М AlCl_3 ерітіндісі 15,0 мл 0,10 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде алюминий иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[\text{Al}^{3+}] = 1,4 \cdot 10^{-2}\text{M}$; $p\text{Al} = 1,85$
5. Көлемі 25,0 мл 0,050 М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісі 15,0 мл 0,075 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде қорғасын (II)-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[\text{Pb}^{2+}] = 3,6 \cdot 10^{-3}\text{M}$; $p\text{Pb} = 2,44$
6. Көлемі 10,0 мл 0,050 М $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ерітіндісі 5,5 мл 0,045 М $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде висмут (III)-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[\text{Bi}^{3+}] = 1,6 \cdot 10^{-2}\text{M}$; $p\text{Bi} = 1,8$

7. Көлемі 25,0 мл 0,05 М $Al_2(SO_4)_3$ ерітіндісі 10,0 мл 0,1 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрленген. Ерітіндіде алюминий-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[Al^{3+}] = 4,3 \cdot 10^{-2}$ моль/л; $pAl = 1,37$
8. Көлемі 30,0 мл 0,025 М $Cr_2(SO_4)_3$ ерітіндісі 20,0 мл 0,050 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрленген. Жүйеде хром (III)-иондарының концентрациясы мен көрсеткішін есептеңіз.
Ж. $[Cr^{3+}] = 10^{-2}$ моль/л; $pCr = 2$
9. рН-ы 5 тең 0,10 М $ZnSO_4$ ерітіндісін концентрациясы 0,10 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрлегенде эквивалентті нүктеде pZn нешеге тең?
Ж. 5,64
10. рН-ы 3 тең 10,0 мл 0,04 М $Bi(NO_3)_3$ ерітіндісін 0,04 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрлегенде эквивалентті нүктеде pBi нешеге тең?
Ж. 9,44
11. рН-ы 9 тең 25,0 мл 0,015 М $CaCl_2$ ерітіндісін 0,020 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрленген. Эквивалентті нүктеде pCa есептеңіз.
Ж. 5,73
12. рН-ы 7 тең 10,0 мл 0,10 М $CdSO_4$ ерітіндісіне 10,2 мл 0,10 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісі қосылған. Осы жүйеде pCd нешеге тең болады?
Ж. 11,44
13. рН-ы 1 тең 25,0 мл 0,05 М $Bi(NO_3)_3$ ерітіндісіне 25,1 мл 0,05 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісі қосылған. Жүйеде pBi есептеңіз
Ж. 8,15
14. рН-ы 4 тең 20,0 мл 0,050 М $FeSO_4$ ерітіндісіне 25,5 мл 0,045 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісі қосылған. Осы жүйеде pFe -ді есептеңіз.
Ж. 4,96
15. рН-ы 5 тең 15,0 мл 0,035 М $AlCl_3$ ерітіндісіне 25,0 мл 0,025 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісі қосылған. Осы жүйеде pAl есептеңіз.
Ж. 8,87
16. рН-ы 8 тең 0,10 М $CdSO_4$ ерітіндісі 0,10 М $Na_2ЭДТА$ ерітіндісімен титрленген. Металлохромды индикаторының pT шамасы pCd -дың қандай интервал аралығында болуы қажет?
Ж. $4,3 < pT < 11,2$

4.10. Тотығу-тотықсыздану титрлеуі

Реакцияға қатысатын заттардың эквиваленттік факторы мен эквиваленттің мольдік массасын есептеу

1. Мына заттардың эквиваленттік факторы мен эквиваленттерінің мольдік массасын есептеңіз:

- 1) KMnO_4 қышқылдық ортада;
- 2) KMnO_4 бейтарап ортада;
- 3) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ қышқылдық ортада;
- 4) KBrO_3 қышқылдық ортада;
- 5) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ қышқылдық ортада.

2. Төмендегі жартылай тотығу-тотықсыздану реакцияларындағы қосылыстардың тотықтырылған түрлерінің эквиваленттік факторы мен эквиваленттің мольдік массаларын есептеңіз:

- 1) $\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$
- 3) $2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$
- 7) $2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2\downarrow + 12\text{OH}^-$
- 8) $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$
- 9) $\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}\uparrow + 4\text{OH}^-$
- 10) $\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

3. KMnO_4 ерітіндісімен титрлеу қышқылдық ортада жүреді. Осы жағдайда мына қосылыстардың:

- 1) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
- 2) NaJ ;
- 3) Fe^{2+} ;
- 4) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- 5) NaNO_2

эквиваленттік факторы мен эквиваленттерінің мольдік массаларын есептеңіз.

Ерітінділер даярлау және оларды стандарттау

1. Қышқыл ерітіндіде титрлеу үшін пайдаланылатын 500,0 мл концентрациясы 0,05 н. KMnO_4 ерітіндісін даярлау үшін оның тұзынан қандай өлшенді алу қажет?

Ж. ~0,79 г

2. 2,0 л 0,1 н. натрий тиосульфаты ерітіндісін даярлау үшін құрамында 2,0% бөгде қоспа бар натрий тиосульфаты үлгісінен қандай өлшенді алу қажет болады?
Ж. 32,24 г
3. Көлемі 500,0 мл $T=0,002836$ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?
Ж. $m = 1,418$ г
4. Көлемі 750,0 мл $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} = 0,002513$ KMnO_4 ерітіндісін даярлау үшін құрамында KMnO_4 м.ү. 98,5% бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет?
Ж. $m = 1,08$ г
5. Концентрациясы 0,045 н. KMnO_4 ерітіндісінің титрі, FeO бойынша титрі және мольдік концентрациясы нешеге тең?
Ж. $T=0,001422$; $T_{\text{KMnO}_4/\text{FeO}} = 0,003233$; $C_M = 0,009$ моль/л
6. Массасы 1,2503 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Түзілген ерітіндінің нормальді, мольдік концентрациясы және титрі нешеге тең?
Ж. $T = 0,002500$; $C_n = 0,051$ моль/л; $C_M = 0,0085$ моль/л
7. Тығыздығы $1,2 \text{ г/см}^3$ (32,94%) азот қышқылының нормальді концентрациясы нешеге тең болады, егер тотығу-тотықсыздану реакциясында азот қышқылы NO -ға дейін тотықсызданса?
Ж. $C_n = 18,82$ моль/л
8. 500,0 мл 0,5000 н. KMnO_4 ерітіндісіне 250,0 мл су қосылған. Түзілген ерітіндінің концентрациясы нешеге тең?
Ж. $C_n = 0,3333$ моль/л
9. 250,0 мл 0,2500 М $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісімен 150,0 мл 0,2000 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісі араластырылған. Түзілген ерітіндінің нормальді концентрациясын есептеңіз.
Ж. $C_n = 1,2313$ моль/л
10. 500 мл 0,1000 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісіне 0,4900 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ қосылған. Түзілген ерітіндінің концентрациясы нешеге тең болады?
Ж. $C_n = 0,1200$ моль/л
11. $T_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{Fe}} = 0,00500$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісінің 1,0 л даярлау үшін, концентрациясы 0,1000 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісінің қандай көлемін сұйылту қажет?
Ж. 895,0 мл

12. $T_{K_2Cr_2O_7/Fe} = 0,005000$ $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісін даярлау үшін,
 $T_{K_2Cr_2O_7/Fe} = 0,004500$ көлемі 1,0 л ерітіндісіне концентрациясы 1,0000
 н. $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісінің қандай көлемін қосу қажет?
 Ж. 9,87 мл
13. Калий дихроматының мынадай ерітінділері өзара араластырылып,
 50,0 мл 0,0200 н., 250,0 мл 0,0500 М, 200,0 мл 0,0500 н. көлемі 1,0 л-
 ге дейін сұйытылған. Түзілген ерітіндінің концентрациясы нешеге
 тең?
 Ж. 0,086 н.
14. ~0,05 н. $KMnO_4$ ерітіндісінің концентрациясын анықтау үшін
 көлемі 200,0 мл $Na_2C_2O_4$ ерітіндісін даярлау қажет. $Na_2C_2O_4$ үлгісінің
 қандай өлшендісі алынған?
 Ж. 0,67 г
15. Көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында массасы 3,1025 г натрий
 тиосульфатының кристаллогидраты ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ерітілген.
 Түзілген ерітіндінің $T_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O/I_2}$, $T_{Na_2S_2O_3}$, нормальді
 концентрациясын есептеңіз.
 Ж. $C_n = 0,05$ н.; $T_{Na_2S_2O_3} = 0,011241$; $T_{Na_2S_2O_3/I_2} = 0,006345$
16. Көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада массасы 6,3187 г $Na_2S_2O_3$
 құрамында 1,80% бөгде қоспа бар $Na_2S_2O_3$ үлгісі ерітілген. Түзілген
 ерітіндінің нормальді концентрациясын, T , $T_{Na_2S_2O_3/I_2}$ есептеңіз.
 Ж. $C_n = 0,078$ н.; $T = 0,012403$; $T_{Na_2S_2O_3/I_2} = 0,009962$
17. Көлемі 1,5 л 0,0500 н. $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісін даярлау үшін қандай
 өлшенді алу қажет?
 Ж. 3,675 г
18. Калий иодаты (KIO_3) ерітіндісімен қышқылдық ортада титрлеу
 үшін көлемі 500,0 мл 0,1200 н. KIO_3 даярлану керек. Осы ерітіндіні
 даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?
 Ж. 2,142 г
19. Калий броматы ($KBrO_3$) ерітіндісін қышқылдық ортада бром
 реагенті ретінде пайдаланады. Титрлеуге 500,0 мл 0,2000 н. $KBrO_3$
 ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?
 Ж. 2,78 г

20. Көлемі 250,0 мл 0,0500 н. йод ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 1,586 г
21. Көлемі 700,0 мл 0,0450 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісін даярлау үшін құрамында таза $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ м.ү. 99,50% үлгіден қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 5,002 г
22. Көлемі 250,0 мл 0,0550 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісін даярлау үшін қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 2,1725 г
23. Көлемі 500,0 мл $T=0,006205$ натрий тиосульфаты ерітіндісін даярлау үшін $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ үлгісінен қандай өлшенді алу керек?
Ж. 4,8697 г
24. Көлемі 200,0 мл $T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,003560$ натрий тиосульфатының ерітіндісін даярлау үшін құрамында 1,50% бөгде қоспа бар үлгіден қандай өлшенді алу қажет?
Ж. 0,7228 г
25. KMnO_4 ерітіндісімен сілтілік ортада титрлеу үшін көлемі 500,0 мл 0,0450 н. KMnO_4 ерітіндісі даярланған. Осы ерітіндіні даярлау үшін қандай өлшенді алынған?
Ж. 3,555 г
26. KMnO_4 ерітіндісімен бейтарап ортада титрлеуді орындау үшін көлемі 250,0 мл 0,1500 н. KMnO_4 ерітіндісі жұмсалған. Оны даярлау үшін қандай өлшенді алу керек?
Ж. 1,976 г
27. Құрамында 2,5% қоспа бар массасы 0,7295 г KMnO_4 үлгісі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Даярланған ерітіндінің $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}}$ және нормальді концентрациясын есептеңіз (титрлеу қышқылдық ортада орындалады).
Ж. $C_n = 0,045$ моль/л; $T = 0,001422$; $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} = 0,002513$.

Тура титрлеу әдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Массасы 0,4854 г темір үлгісі қышқылдарда ерітіліп, темір (III) темір (II) тотықсыздандырылған. Осы ерітіндіні титрлеу үшін 15,45 мл 0,1245 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде темірдің м.ү. есептеңіз.

2. Мор тұзы үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл титрлеу үшін 22,9 мл $T=0,002450$ $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгідегі Мор тұзының массасын есептеңіз.

Ж. 4,4884 г

3. Массасы 2,5000 г натрий гидроарсенит үлгісі алынып, көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 20,0 мл титрлеу үшін 18,75 мл 0,1н. ($K=0,9560$) иод ерітіндісі жұмсалған. Үлгідегі Na_2HASO_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. $\omega = 60,95\%$

4. Массасы 1,9560 г темір кені көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада қышқылдық ортада ерітіліп, Fe^{2+} -ге дейін тотықсыздандырылған. Осы ерітіндінің 10,0 мл титрлеу үшін 9,35 мл $T_{K_2Cr_2O_7} = 0,002940$ $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісі жұмсалған. Кеннің құрамында темірдің м.ү. нешеге тең?

Ж. 40,15%

5. Массасы 0,6515 г мыс үлгісі қышқылда ерітілген. Осы ерітіндіге калий йодиді артығымен қосылған. Реакция нәтижесінде бөлініп шыққан йодты титрлеу үшін $T_{Na_2S_2O_3/Cu} = 0,006355$ $Na_2S_2O_3$ ерітіндісінің 19,25 мл жұмсалған. Үлгінің құрамындағы мыстың м.ү. есептеңіз.

Ж. 18,78%

6. Темір кені үлгісін қышқылда ерітіліп, құрамындағы темір (III) темір (II) дейін тотықсыздандырылған. Түзілген $Fe(II)$ титрлеу үшін $T_{KMnO_4} = 0,001842$ $KMnO_4$ ерітіндісінің 45,35 мл жұмсалды. Үлгі құрамындағы Fe_2O_3 массасын есептеңіз.

Ж. 0,211 г

7. Массасы 1,8500 г натрий сульфиті (Na_2SO_3) көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл титрлеу үшін 22,5 мл иод ерітіндісі жұмсалды $T_{I_2/As_2O_3} = 0,002473$. Үлгідегі Na_2SO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. 38,31%

8. Массасы 3,4565 г техникалық натрий сульфиті (Na_2SO_3) көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл титрлеу үшін $T_{KMnO_4/Fe} = 0,005585$ $KMnO_4$ ерітіндісінің 24,12 мл жұмсалған. Үлгідегі Na_2SO_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. 43,96%

9. Массасы 1,0232 г натрий сульфиді (Na_2S) алынған. Осы өлшенді көлемі 200,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 19,28 мл 0,1210 н. иод (I_2) ерітіндісі жұмсалды. Үлгідегі натрий сульфидінің м.ү. есептеңіз.
Ж. 71,14%
10. Массасы 0,3644 г натрий сульфиті суда ерітілген. Осы ерітіндіні титрлеу үшін $T=0,006980$ йод ерітіндісінің 50,2 мл жұмсалады. Өлшендідегі $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -тің м.ү. нешеге тең?
Ж. 95,47%
11. Көлемі 25,0 мл натрий сульфиді ерітіндісін титрлеу үшін 0,05 н. KMnO_4 ерітіндісінің 24,75 мл жұмсалды. Массасы 2,1215 г құрамында 45,5% Na_2S бар үлгіні өлшеуіш колбаның қандай көлемінде еріту қажет?
Ж. $V = 500,0$ мл
12. Натрий пероксиді үлгісінің 1,5000 г көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,0 мл титрлесуде $T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}_2} = 0,001701$ KMnO_4 ерітіндісінің 14,22 мл көлемі жұмсалады. Үлгідегі Na_2O_2 м.ү. есептеңіз.
Ж. 61,62%
13. Массасы 1,2500 г Na_2SO_3 және Na_2SO_4 қоспасынан тұратын үлгі көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,0 мл титрлеу үшін 0,050 н. KMnO_4 ерітіндісінің 8,50 мл жұмсалған. Үлгідегі Na_2SO_3 -тің және Na_2SO_4 -тің м.ү. есептеңіз.
Ж. Na_2SO_3 - 71,4%; Na_2SO_4 - 28,6%
14. Калий иодаты үлгісіне калий иодиді ерітіндісін артық мөлшерде қосып, ерітіндіні натрий тиосульфаты ерітіндісімен титрлеген. Титрлеуге 15,25 мл 0,102 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгіден калий иодатының массасын есептеңіз.
Ж. 55,48 мг
15. Массасы 0,2470 г әк тас түз қышқылында ерітіліп, Ca^{2+} иондары CaC_2O_4 күйінде тұндырылған. Тұнбаны жуып, сұйытылған H_2SO_4 еріткен соң KMnO_4 ерітіндісімен титрлеген. Титрлеуге $T=0,006320$ KMnO_4 21,25 мл жұмсалған. Үлгідегі CaCO_3 м.ү. есептеңіз.
Ж. 86,03%
16. Натрий нитриті үлгісінің 0,2546 г көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. 25,0 мл 0,05 н. KMnO_4 ерітіндісін титрлеу үшін даярланған ерітіндінің 17,80 мл жұмсалады. Үлгідегі NaNO_2 м.ү. есептеңіз.
Ж. 48,24%

17. Никелин күймасының құрамында 56% Си бар. Осы күйманың құрамындағы мысты иодометрлік әдіспен анықтауда 0,250 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 24,75 мл жұмсалу үшін өлшендінің массасы қандай болуы қажет?

Ж. $m = 0,6928$ г.

18. Натрий оксалаты үлгісінің 0,3015 г көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл титрлеу үшін $T=0,001422$ KMnO_4 ерітіндісінің 24,30 мл жұмсалған. Үлгідегі $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ м.ү. есептеңіз.

Ж. 97,2%

19. Сутек пероксид үлгісін титрлеу үшін 25,53 мл $T_{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}_2} = 0,001701$ г/мл KMnO_4 ерітіндісі жұмсалады. Үлгідегі сутек пероксидінің массасы нешеге тең?

Ж. 0,0434 г

20. Вуд күймасында қорғасынның м.ү. анықтау үшін, массасы 1,0557 г күйманы өңдеп, қорғасынды PbCrO_4 күйінде тұндырған. Тұнбаны бөліп алып, жуып, қышқылда ерітіп, KJ ерітіндісінің артық мөлшері қосылған. Бөлінген иодты титрлеу үшін 0,1500 М $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 25,50 мл жұмсалған. Үлгідегі Pb м.ү. есептеңіз.

Ж. $\omega = 25,0\%$

21. Ферровольфрам күймасының құрамында Mn м.ү. анықтау үшін анализге 3,4612 г өлшенді алынған. Үлгіні өңдеп $\text{Mn} \rightarrow \text{MnO}_4^-$ дейін тотықтырған. Осы үлгіні титрлеу үшін 15,75 мл 0,100 н. KNO_2 жұмсалады. Үлгідегі Mn м.ү. нешеге тең?

Ж. $\omega = 0,5\%$

22. Мышьяқты броматометрлік әдіспен анықтау үшін As_2O_3 үлгісін 2 мл 10% NaOH ерітіндісінде ерітіп, концентрлі H_2SO_4 және KBr қосып, KBrO_3 ерітіндісімен титрлейді. Осы үлгіні титрлеу үшін $T_{\text{KBrO}_3/\text{As}_2\text{O}_3} = 0,004946$ ерітіндінің 15,0 мл жұмсалды. Үлгіде неше грамм мышьяк болғаны?

Ж. 0,0562 г

23. Массасы 0,5242 г As_2O_3 үлгісі көлемі 100,0 мл өлшеуіш колбада сілтілік ортада ерітілген. Осы ерітіндінің 15,0 мл қышқылдық ортада титрлеу үшін 13,46 мл 0,1 н. ($K=0,8690$) жұмсалды. Үлгідегі As_2O_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. 73,58%

24. Темірді перманганатометрлік титрлеу өдісімен анықтағанда KMnO_4 0,1 н. ерітіндісінің 25,5 мл жұмсалуды үшін, құрамында 75% Fe бар үлгісінің қандай өлшендісін алу қажет?
Ж. 0,1897 г
25. Мысты иодометрлік титрлеу өдісімен анықтағанда $T=0,023700$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 15,5 мл жұмсалуды үшін құрамында 8,5% Cu бар үлгінің қандай өлшендісін алу қажет?
Ж. 1,7369 г
26. Темір оксидінің 0,0940 г ерітіліп, темір екі валентті күйге дейін тотықсыздандырылған. Осы үлгіден темірді титрлеуге 0,0933 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісінің 13,05 мл жұмсалған. Үлгі темірдің қандай оксидінен тұрады?
Ж. Fe_3O_4
27. Қалайылау электролитінен 100,0 мл алып, оны көлемі 500,0 мл өлшеуіш колбада дистилденген сумен белгісіне дейін келтірген. Осы ерітіндінің 25,00 мл титрлеу үшін 23,85 мл 0,1500 н. йод ерітіндісі жұмсалған. Қалайылау электролитінде неше г/л SnSO_4 болғаны?
Ж. 76,8 г/л
28. Мыс электролитінің 15,0 мл алып, оны көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада дистилденген сумен белгісіне дейін келтірген. Осы ерітіндінің 15,00 мл титрлеу үшін 12,52 мл $T=0,0039525$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісі жұмсалған. Мыс электролитінде неше г/л мыс болғаны?
Ж. 44,2 г/л
29. Құрамында Sb(III) массасы 1,080 г антимонит үлгісін титрлеу үшін 0,0653н. I_2 ерітіндісінің 41,6 мл жұмсалған. Үлгіде Sb_2S_3 және Sb м.ү. есептеңіз.
Ж. 15,3%; 21,48%
30. Массасы 8,13 г мышьяк препаратын HNO_3 пен H_2SO_4 ерітінділерімен өңделіп, құрамындағы мышьяқты гидразинмен As(III) тотықсыздандырған. Артық қалған гидразинді қайнатып, ыдыратқан. Ерітіндідегі As(III) сілтілік ортада титрлеу үшін 0,0485 н. I_2 ерітіндісінің 23,7 мл жұмсалады. Үлгідегі As_2O_3 м.ү. нешеге тең болғаны?
Ж. 0,7%

Кері титрлеу өдісімен анализ нәтижелерін есептеу

1. Массасы 0,1145 г техникалық калий хлораты ерітіндісіне 50,0 мл 0,1 н ($K=0,976$) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісі артығымен қосылған. Артық

қалған қымыздық қышқылын титрлеу үшін 30,20 мл 0,0522 н. KMnO_4 ерітіндісі жұмсалады. Үлгіде KClO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. 80,21%

2. Құрамында MnO_2 бар массасы 0,1266 г кен өлшендісіне қышқылдық ортада $T=0,002269 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ерітіндісінің 24,00 мл қосылған. Реакцияға қатыспай қалған $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ титрлеу үшін 0,0200 н. KMnO_4 ерітіндісінің 20,0 мл жұмсалған. Үлгі құрамындағы MnO_2 м.ү. есептеңіз.

Ж. 15,93

3. Массасы 1,9525 г Na_2S үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 10,0 мл-не 0,1868 н. иод ерітіндісінің 20,00 мл қосылған. Артық қалған иод ерітіндісін титрлеу үшін 0,1 н. ($K=0,960$) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 20,62 мл жұмсалады. Үлгіде Na_2S м.ү. нешеге тең?

Ж. 87,71%

4. Массасы 0,2545 г құрамында натрий сульфиті бар өлшенді көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада ерітілген. Осы ерітіндінің 25,0 мл-не 0,0420 н. иод ерітіндісінің 50,00 мл қосылған. Кері титрлеуде 0,0802 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 25,16 мл жұмсалған. Үлгіде Na_2SO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. 20,35%

5. Массасы 0,2020 г Na_2SO_3 үлгісі суда ерітілген. Осы ерітіндіге 50,0 мл $T_{\text{I}_2} = 0,012480$ иод ерітіндісі қосылған. Артық қалған иодты титрлеу үшін $T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,025020$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің 20,40 мл жұмсалған. Үлгідегі Na_2SO_3 м.ү. есептеңіз.

Ж. 89,94%

6. Массасы 0,1970 г пиролюзит үлгісі қышқылда ерітілген. Осы ерітіндіге қышқылдық ортада 0,1250 н. аммоний оксалаты ерітіндісінің 40,00 мл қосылып, артық қалған реагентті титрлеуде 0,0463 н. KMnO_4 ерітіндісінің 33,98 мл жұмсалған. Үлгідегі MnO_2 м.ү. есептеңіз.

Ж. 75,61%

7. Массасы 2,3150 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ иодометрлік әдіспен анализдеу үшін оны көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында еріткен. Осы ерітіндінің 25,00 мл-не 50,00 мл 0,0875 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісі артығымен қосылған. Барий хроматы толық тұнбаға түскеннен кейін, ерітіндіге KI артығымен қосылады. Бөлініп шыққан иодты титрлеу үшін 25,50 мл 0,1044 н. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісі жұмсалады. Үлгіде $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ м.ү. нешеге тең?

8. Құрамында пиролюзит (MnO_2) бар үлгіге қышқылдық ортада артығымен 25,0 мл 0,12 н. $H_2C_2O_4$ ерітіндісі қосылған. Артық қалған $H_2C_2O_4$ титрлеу үшін 12,50 мл 0,05 н. $KMnO_4$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде MnO_2 массасын есептеңіз.

Ж. 0,1032 г

9. Массасы 0,4138 г құрамында пиролюзит (MnO_2) бар үлгіге қышқылдық ортада артығымен 30,0 мл $T_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} = 0,012400$ $H_2C_2O_4$ ерітіндісі қосылған. Артық қалған қымыздық қышқылын титрлеу үшін 17,50 мл 0,15 н. $KMnO_4$ ерітіндісі жұмсалған. Үлгіде MnO_2 м.ү. нешеге тең?

Ж. 34,47%

10. Құрамында $KClO_3$ бар үлгіге қышқылдық ортада 30,0 мл 0,20 н. $FeSO_4$ ерітіндісі қосылған. Артық қалған темір (II) иондарын титрлеуге $T_{KMnO_4} = 0,006320$ $KMnO_4$ ерітіндісінің 6,55 мл жұмсалған. Үлгіде неше грамм $KClO_3$ болғаны?

Ж. 0,0958 г

11. Құрамында $NaNO_2$ бар массасы 1,0984 г олшендіні көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбада еріткен. Осы ерітіндінің 25,0 мл-не 0,1 н. $KMnO_4$ ерітіндісінің 35,0 мл артығымен қосылған. Артық қалған $KMnO_4$ ерітіндісіне KJ қосып, бөлінген иодты титрлеуге 0,1 н. $Na_2S_2O_3$ ерітіндісінің 4,5 мл жұмсалған. Барлық химиялық реакция теңдеулерін жазып, үлгі құрамындағы $NaNO_2$ м.ү. есептеңіз.

Ж. 95,8%

12. Формалин ерітіндісінде формальдегидтің массасын анықтау үшін осы ерітіндінің 5,0 мл-не сілтілік ортада 50,0 мл 0,1н. иод ерітіндісі қосылған. 10-15 мин соң осы ерітіндіге қышқылдық ортаға дейін 2 н. HCl ерітіндісін қосып, бөлінген иодты натрий тиосульфаты ерітіндісімен титрлейді. Титрлеу үшін 5,2 мл 0,1 н. ($K=0,8600$) $Na_2S_2O_3$ ерітіндісі жұмсалады. Үлгіде неше г/л формальдегид ($HCOH$) болғаны?

Ж. 13,66 г/л

13. Құрамында натрий пероксиді бар үлгінің 2,1120 г алынып, қышқылдық ортада 50 мл 0,1102н. $KMnO_4$ ерітіндісі артығымен қосылған. Артық қалған $KMnO_4$ ерітіндісін титрлеу үшін 21,2 мл $Fe(II)$ ерітіндісі жұмсалған. $KMnO_4$ ерітіндісінің 1,0 мл $Fe(II)$ ерітіндісінің 1,12 мл эквивалентті. Үлгіде Na_2O_2 м.ү. нешеге тең?

Ж. 6,32%

14. Болат құрамындағы күкіртті анықтау үшін 6,9300 г өлшенді алынған. Үлгіні өңдеу нәтижесінде күкіртті сутегін алып, оны кадмий және мырыш сульфиттері күйінде тұндырған. Осы жүйеге 20,0 мл I_2 ерітіндісі қосылып, артық қалған иод 4,8 мл $Na_2S_2O_3$ ерітіндісімен титрленген. $T_{I/S} = 0,000805$ г/см³ және 1,00 мл I_2 ерітіндісі тиосульфат ерітіндісінің 1,03 мл эквиваленттілігін ескеріп, үлгідегі күкірттің м.ү. есептеңіз.

Ж 0,18%

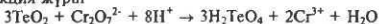
15. Құрамында Hg_2Cl_2 үлгіні алып, оған артығымен 0,1 н. ($K=09800$) калий иодидінде ерітілген иод ерітіндісінің 25,0 мл қосылған. Реакцияға қатыспай артық қалған I_2 титрлеу үшін 0,1 н. ($K=0,9500$) $Na_2S_2O_3$ ерітіндісінің 10,25 мл жұмсалған. Химиялық реакциялар теңдеулерін жазып, үлгі құрамындағы Hg_2Cl_2 массасын есептеңіз.

Ж. 0,3485 г

16. Массасы 2,6447 г құрамында Na_2SO_3 және Na_2SO_4 үлгісі көлемі 250,0 мл өлшеуіш колбасында ерітілген. Осы ерітіндінің 15,0 мл-не 0,1025 н. I_2 ерітіндісінің 20,0 мл қосылған. Артық қалған иодты титрлеу үшін 0,1200 н. $Na_2S_2O_3$ ерітіндісінің 18,5 мл жұмсалады. Үлгіде Na_2SO_3 м.ү. қандай?

Ж. 6,75%

17. Массасы 4,9700 г теллурид минералының үлгісін ерітіп, осы ерітіндіге 0,0943 н. $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісінің 50,0 мл қосылған. Жүйеде мына реакция жүріп



аяқталған соң, артық қалған дихроматты титрлеу үшін 0,1130 н. Fe^{2+} ерітіндісінің 10,90 мл жұмсалған. Үлгідегі TeO_2 м.ү. есептеңіз.

Ж. 5,59%

18. Хромит ($FeO \cdot Cr_2O_3$) үлгісінің 1,8700 г өлшендісі алынып, оны натрий пероксидімен балқытып, хромды +6-ға дейін тотықтырған. Балқыманы суда ерітіп, Na_2O_2 толық айырылғанша қайнатқан. Осы ерітіндіге қышқылдық ортада 0,1600 н. Fe^{2+} ерітіндісінің 50,0 мл қосылған. Артық қалған Fe^{2+} -ерітіндісін титрлеу үшін 0,0500 н. $K_2Cr_2O_7$ ерітіндісінің 2,97 мл жұмсалды. Үлгідегі Cr_2O_3 және Cr м.ү. есептеңіз.

Ж. 1) 15,7%; 2) 7,28%

19. Құрамында калий хлораты бар копарғыш заттың 0,134 г өлшендісіне 0,0960 н. Fe^{2+} ерітіндісінің 50,0 мл қосылған. Жүйеде мына реакция жүріп



аяқталған соң, ерітіндідегі артық қалған Fe^{2+} иондарын титрлеу үшін 0,0836 н. Ce^{4+} ерітіндісінің 13,3 мл жұмсалған. Үлгідегі KClO_3 м.ү. нешеге тең?

Ж. 56,19%

20. Массасы 0,2400 г құрамында пиролюзит бар үлгідегі марганец (IV) марганец (II) дейін 20,0 мл 0,100 н. NaAsO_2 ерітіндісімен тотықсыздандырылған. Артық қалған натрий арсенитін титрлеу үшін 0,107 н. KMnO_4 ерітіндісінің 3,12 мл жұмсалған. Үлгідегі MnO_2 м.ү. есептеңіз.

Ж. 30,18%

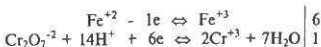
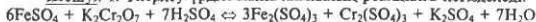
Титрлеу үрдісінде тотығу-тотықсыздану потенциал шамасын есептеу

Есеп. 50,0 мл 0,1 н. Fe^{2+} ерітіндісін 0,1 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндісімен титрлеу үрдісінде:

- 1) 50%;
- 2) 99,9%;
- 3) эквивалентті нүктеде;

4) 100,1% орындалғанда және ерітіндіде $[\text{H}^+] = 2,0$ моль/л тең болған жағдайда жүйе потенциалын есептеңіз.

Шешуі. 1. Титрлеу үрдісі мына химиялық реакцияға негізделеді:



2. 50% титрленгенде жүйеге 25,0 мл 0,1н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ қосылады, яғни жүйе потенциалын $\text{Fe}^{2+} - 1e \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ жұбы анықтайды

$$E = E^{\text{н}} + \frac{0,059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}$$

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{50,0 \cdot 0,1 - 25,0 \cdot 0,1}{75} = \frac{25 \cdot 0,1}{75}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{25 \cdot 0,1}{75}$$

$$E = 0,77 + 0,059 \lg \frac{25 \cdot 0,1}{25 \cdot 0,1} = 0,77\text{В}$$

3. 99,9% титрленгенде жүйеге:

$$50 \cdot 0,1 \text{ — } 100\%$$

$$x \text{ — } 99,9\%$$

$$x = 4,995 \text{ моль/экв } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

қосылу қажет, яғни $4,995 = 0,1x$

Сонда

$$x = 49,95 \text{ мл } 0,1\text{н. } K_2Cr_2O_7$$

$$[Fe^{2+}] = \frac{50,0 \cdot 0,1 - 49,95 \cdot 0,1}{99,95} = \frac{0,005}{99,95}$$

$$[Fe^{3+}] = \frac{4,995}{99,95}$$

$$E = 0,77 + 0,059 \lg \frac{4,995}{0,005} = 0,77 + 0,059 \cdot 3 = 0,947\text{В}$$

4. Эквивалентті нүктеде:

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E^0 + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$E_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} = E^0 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}] \cdot [H^+]^4}{[Cr^{3+}]^2} =$$

$$= 1,33 + \frac{0,059}{6} \lg [H^+]^4 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2} =$$

$$= 1,33 + \frac{0,059}{6} \cdot 0,3 \cdot 14 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2} = 1,37 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2}$$

Сонда

$$E = E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$+ \frac{6}{6} \frac{6}{6}$$
$$E = E^0_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2}$$

$$7E = E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + 6E^0_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}}$$

$$E = \frac{E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + 6E^0_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}}}{7} = \frac{0,77 + 1,37 \cdot 6}{7} = 1,28\text{В}$$

5. 100,1% артық титрленгенде жүйеге

$$50,0,1 \text{ — } 100\%$$

$$x \text{ — } 100,1\%$$

$$x = 5,005 \text{ моль/экв } K_2Cr_2O_7$$

қосылады, яғни 50,05 мл $K_2Cr_2O_7$.

Жүйе потенциалы $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$ жұбымен анықталады.

Сонда
$$E = E^0_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]^2}$$

$$[Cr_2O_7^{2-}] = \frac{0,05 \cdot 0,1}{100,05} \quad [Cr^{3+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{100,05}$$

$$E = 1,37 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{0,059}{(50)^2} = 1,37 + \frac{0,059}{6} \lg 2 \cdot 10^{-5} = 1,32\text{В}$$

ЕСЕПТЕР

1. 50,0 мл 0,1 н. CuSO_4 ерітіндісін 0,1 н. Ti^{3+} ерітіндісімен титрлеудің мына жағдайларында:
 - 1) 49,0 мл
 - 2) 50,0 мл
 - 3) 51,0 мл
 жүйе потенциалдарын есептеңіз.

2. 100,0 мл 0,1 н. V^{2+} ерітіндісін 0,1 н. Sn^{4+} ерітіндісімен титрлеу үрдісі
 - 1) 50,0% 2) 99,9% 3) 100,0% 4) 100,1%
 орындайған жағдайда жүйе потенциалын есептеңіз.

3. 100,0 мл 0,1 н. Fe^{2+} ерітіндісін 0,1 н. KMnO_4 ерітіндісімен титрлеу үрдісі
 - 1) 50,0% 2) 99,9% 3) 100,0% 4) 100,1%
 орындалғанда және ерітіндіде $[\text{H}^+] = 1,0$ моль/л тең болған жағдайда жүйе потенциалын есептеңіз.

Ж. Е = 1,38 В

4. 25,0 мл 0,1 н. Fe^{3+} ерітіндісін 5,0 мл 0,2 н. Sn^{2+} ерітіндісімен титрлеген жағдайда жүйе потенциалы нешеге тең болады?

Ж. 0,178 В

5. 20,0 мл 0,15 н. Fe^{2+} ерітіндісі 21,0 мл 0,17 н. KMnO_4 ерітіндісімен $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л тең болған жағдайда титрленген. Осы жүйе потенциалын есептеңіз.

Ж 1,41 В

6. Төмендегі тотығу-тотықсыздану титрлеу үрділерінің
 - 1) $2\text{Ti}^{2+} + \text{Sn}^{4+} \rightleftharpoons 2\text{Ti}^{3+} + \text{Sn}^{2+}$
 - 2) $\text{Cr}^{2+} + \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$
 эквивалентті нүктеде тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

7. Келесі тотығу-тотықсыздану титрлеу үрділерінің
 - 1) $\text{AsO}_3^{3-} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-} + 2\text{J}^- + 2\text{H}^+$
pH=7
 - 2) $2\text{MnO}_4^- + 10\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$
 $[\text{H}^+] = 0,10$ моль/л
 эквивалентті нүктеде тотығу-тотықсыздану потенциалын есептеңіз.

8. Төмендегі келтірілген тотығу-тотықсыздану титрлеу үрділерінің:
 - 1) 50,0 мл 0,1н. Fe^{2+} 0,1н. Ce^{4+}
 - 2) 50,0 мл 0,1н. Ti^{2+} 0,1н. Sn^{4+}
 - 3) 50,0 мл 0,1н. V^{2+} 0,1н. Sn^{4+}
 - 4) 50,0 мл 0,1н. Fe^{3+} 0,1н. Sn^{2+}

титранттың 10,0; 25,0; 49,0; 49,9; 50,0; 50,1; 51,0; 60,0 мл қосылған жағдайда жүйе потенциалдар шамасын есептеп, титрлеу қисығын сызыңыз.

9. Мына тотығу-тотықсыздану титрлеу үрділерінің:

1) 50,0 мл 0,1н. Fe^{2+} 0,1н. KMnO_4

2) 50,0 мл 0,1н. Fe^{2+} 0,1н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$[\text{H}^+] = 1,0$ моль/л тең және титранттың 10,0; 25,0; 49,0; 49,9; 50,0; 50,1; 51,0; 60,0 мл қосылған жағдайда және болған жүйе потенциалдар шамаларын есептеп, титрлеу қисығын сызыңыз.

Ж. Е = 1,51

4.11. Анализ нәтижелерінің қателіктерін есептеп, өңдеу

Абсолюттік және салыстырмалы қателік. Анализ нәтижелерінің дұрыстығы абсолюттік немесе салыстырмалы қателіктермен анықталады. Нәтиженің абсолюттік қателігі деп алынған нәтиженің x_i -шы санымен оның шын мәнінің айырмасын айтады:

$$(x_i - \mu) = D$$

x_i - өлшенген шама; μ - шын мәні;

D абсолюттік кате, г, мг, мл, % анықталады, яғни, анализ нәтижесінде алынған мәліметтің өлшем бірлігімен өрнектеледі.

Салыстырмалы қателік абсолюттік қатенің оның шын мәніне қатынасымен анықталады, ол өлшемсіз шама.

$$\frac{D}{\mu} = \frac{x_i - \mu}{\mu}$$

Көбіне салыстырмалы қатені массалық үлеспен (м.ү. не %) өрнектейді, яғни

$$D\% = \frac{|x_i - \mu|}{\mu} \cdot 100$$

Орта шама және медиана.

Орта шама анализ нәтижесінде алынған мәліметтер қосындысының оның санына қатынасымен анықталады:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

n - эксперимент саны.

Кіші сандар мен үлкен сандардың ортасы осы сандардың медианасы болып есептеледі.

Қайталанымдылық анализ нәтижесінде алынған мәліметтерді сандық жағынан сипаттау үшін қолданылатын ұғым. Ол алынған өлшемдердің бір-бірінің абсолюттік мәніне жақындығын сипаттайды. Қайталанымдылықты сипаттау үшін бірнеше ұғымдар пайдаланылады:

1. Орта шамадан ауытқу $\bar{d} = |x_i - \bar{x}|$, яғни өр алынған мәліметтің орта шамадан айырымы, таңбасы ескерілмейді.
2. Медианадан ауытқу - өр алынған санның медианадан айырымы.
3. Сонымен қатар, қайталанымдылықты сипаттау үшін орта шамадан салыстырмалы ауытқу және медианадан салыстырмалы ауытқу деген ұғымдар да пайдаланылады.
4. Дисперсия - эксперимент нәтижесінде алынған мәліметтердің орта шамадан таралуын сипаттайды, ол мына теңдікпен анықталады:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Егер анықталатын компоненттің шын мәні белгілі болса, онда дисперсия мына теңдікпен анықталады:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}$$

5. Стандартты ауытқу (S) қайталанымдылықты және алынған мәліметтердің таралуын сипаттайтын ұғым:

$$s = \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

6. Салыстырмалы стандартты ауытқу (S_r) мына теңдеумен анықталады:

$$S_r = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

7. Орта шаманың стандартты ауытқуы ($S_{\bar{x}}$):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

8. Қайталанымдылықты сипаттау үшін арнайы t-критерий пайдаланылады. t-критерий алынған мәліметтердің сенімді интервалының аралығын сипаттайды. t-критерийдің мәндері кестелерде беріледі. t-критерийді пайдаланғанда еркіндік дәрежесін (f) және ықтималдық дәрежесін білу қажет болады.

Еркіндік дәреже $f = n - 1$ тең, ал ықтималдық дәреже көбіне 0,90-0,95 (90%-95%) тең деп алынады.

9. Сенімді интервал мына теңдіктермен $tS_{\bar{x}}$;

$$\frac{tS_r \cdot 100}{\bar{x}}$$

анықталады.

10. Анализ нәтижелері былай өрнектеледі:

$$\bar{x} \pm tS_{\bar{x}} \quad \text{немесе}$$

$$\bar{x} \pm \frac{tS_r \cdot 100}{\bar{x}}$$

Күрделі қателерді анықтау

Күрделі қатені анықтау үшін эксперименттік Q-критерийді анықтайды. Ол үшін алынған мәліметтерді бір қатарға өсу бағытта орналастырады да, мына теңдік бойынша Q-критерийді есептейді:

$$Q_{\text{эсп}} = \frac{x_k - x_{\text{ж}}}{x_{\text{макс}} - x_{\text{мин}}}$$

мұнда x_k - қате деп есептелетін сан;

$x_{\text{ж}}$ - оның қасында орналасқан сан;

$x_{\text{макс}}, x_{\text{мин}}$ - ең үлкен және ең кіші сандар.

Есептелген $Q_{\text{эсп}}$ теориялық Q критериймен салыстырады, егер де $Q_{\text{эсп}} > Q_{\text{теор}}$, онда анализде қате деп алынған сан шыныменде қате деп табылады да, ары қарай есептеулерде қолданылмайды.

Q, t-критерий теориялық мәндері төмендегі кестеде көрсетілген.

Кесте

t және Q-критерийлердің мәндері

	$f=n-1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t-критерий	$t_{0,95}$	12,71	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	2,22
	$t_{0,90}$	63,70	9,92	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17
Q-критерий	q	3	4	5	6	7	8	9	10		
	$Q_{0,95}$	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,48	0,44	0,42		
	$Q_{0,90}$	0,99	0,89	0,86	0,70	0,64	0,58	0,54	0,53		

Екі анализ нәтижелерін салыстыру

Анализді орындау барысында оны екі әдіспен орындап бір-бірімен салыстыру қажет болады. Бұл жағдайда екі әдістің мәнділігін анықтайды. Ол үшін алдын-ала екі әдіспен алынған мәліметтерді математикалық статистика әдісімен өңдеп \bar{x} , \bar{y} (екі әдіспен алынған сандар) және S_x , S_y - есептейді де келесі теңдіктен

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{(n_x - 1) \cdot S_x^2 + (n_y - 1) \cdot S_y^2}{(n_x + n_y - 2) \cdot n_x \cdot n_y}}}$$

эксперименттік t-критерийді есептеп, оның мәнін теориялық t критериймен салыстырады. Есептелген $t_{\text{эсп}} < t_{\text{теор}}$ онда екі әдісте бір-біріне жақын, ал керісінше $t_{\text{эсп}} > t_{\text{теор}}$ болса, онда екі одісті бір-біріне сай деп айтуға болмайды.

Бұл жағдайда еркіндік дәрежесі мына теңдікпен $f = n_x + n_y - 2$ анықталады.

1-есеп. Болаттың құрамында 0,30% Si болады. Анализ нәтижесінде Si-дің 0,28% анықталған. Абсолюттік және салыстырмалы қателікті есептеңіз.

Шешуі. 1. Абсолюттік қате:

$$D = x_1 - \mu = 0,28 - 0,30 = -0,02\%$$

2. Салыстырмалы қате:

$$D\% = \frac{x_1 - \mu}{\mu} \cdot 100 = \frac{0,28 - 0,30}{0,30} \cdot 100 = 6,67(\%)$$

2-есеп. Анализ нәтижесінде үлгі құрамында көміртектің C мынадай м.ү. болғаны анықталды (%): 12,06; 12,20; 12,08; 12,10; 12,16. Анализ нәтижелерінің орта шамасы мен медианасын есептеңіз.

Шешуі.

$$\bar{x} = \frac{12,06 + 12,20 + 12,08 + 12,10 + 12,16}{5} = \frac{60,60}{5} = 12,12$$

Медианасын табу үшін алынған мәліметтерді өсу бағытта орналастыру қажет, яғни 12,06+12,08+12,10+12,16+12,20.

Медиана 12,10, себебі ол кіші сандар мен үлкен сандардың қажет ортасында орналасқан.

3-есеп. Платина минералының құрамында 56,6% Pt бар. Анализ нәтижесінде мынадай мәліметтер алынды (%): 56,5; 56,8; 56,7; 56,4. Осы мәліметтердің медианасын анықтаңыз.

Шешуі. Анализ мәліметтерін өсу ретімен орналастыру қажет: 56,4; 56,5; 56,7; 56,8. Анализ саны - жұп, сондықтан медиананы анықтау үшін ортадағы екі санды алып екіге бөлу керек:

$$\frac{56,5 + 56,7}{2} = 56,6$$

4-есеп. Судағы сульфат-иондарын анализдегенде оның құрамында 25,90 мг; 25,95 мг; 25,86 мг; 25,79 мг; 26,10 мг сульфат-иондары анықталған. Орта шамадан, медианадан ауытқу мен олардың салыстырмалы ауытқуын есептеңіз.

Шешуі. 1. Орта шаманы есептеу:

$$\bar{x} = \frac{25,90 + 25,95 + 25,86 + 25,79 + 26,10}{5} = 25,92 \text{ (мг)}$$

2. Медиананы анықтау (25,90):

25,79; 25,86; 25,90; 25,95; 26,10.

3. Орта шамадан ауытқу:

$$\bar{d} = |x_i - \bar{x}| = 25,90 - 25,92 = 0,02$$

$$25,95 - 25,92 = 0,03$$

$$25,86 - 25,92 = 0,04$$

$$25,79 - 25,92 = 0,13$$

$$26,10 - 25,92 = 0,18$$

4. Орта шамадан ауытқудың орта саны:

$$\frac{0,02 + 0,03 + 0,04 + 0,13 + 0,18}{5} = 0,08$$

5. Орта шамадан салыстырмалы ауытқу:

$$\frac{0,08}{25,92} \cdot 100 = 0,3\%$$

6. Медианадан ауытқуды есептеу:

$$25,90 - 25,90 = 0,0$$

$$25,95 - 25,90 = 0,05$$

$$25,86 - 25,90 = 0,04$$

$$25,79 - 25,90 = 0,11$$

$$26,10 - 25,90 = 0,20$$

7. Медианадан ауытқудың орта саны:

$$\frac{0,0 + 0,05 + 0,04 + 0,11 + 0,20}{5} = 0,08$$

8. Медианадан салыстырмалы ауытқу:

$$\frac{0,08}{25,90} \cdot 100 = 0,3\%$$

5-есеп. Индий құймасын индийге анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 94,45; 94,54; 94,52; 94,48; 94,47. Алынған мәліметтерді математикалық статистика өдісімен оңдеу қажет (ықтималдық 95%).

Шешуі. 1. Алынған мәліметтердің орта шамасын есептеу:

$$\frac{94,45 + 94,54 + 94,52 + 94,48 + 94,47}{5} = 94,49$$

2. Орта шамадан ауытқуды есептеу:

$$\bar{d} = |x_i - \bar{x}| = 94,45 - 94,49 = 0,04$$

$$94,54 - 94,49 = 0,05$$

$$94,52 - 94,49 = 0,03$$

$$94,48 - 94,49 = 0,01$$

$$94,47 - 94,49 = 0,02$$

және олардың квадраттарының қосындысын есептеп алу қажет

$(x_i - \bar{x})^2$:

$$16 \cdot 10^{-4} + 25 \cdot 10^{-4} + 9 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 10^{-4} = 55 \cdot 10^{-4}$$

3. Стандартты ауытқуды есептеу:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{55 \cdot 10^{-4}}{5-1}} = 7,4 \cdot 10^{-2} = 0,074.$$

4. Салыстырмалы стандартты ауытқуды табу:

$$S_r = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{0,074}{94,49} \cdot 100\% = 0,078\%$$

5. Орта шаманың стандартты ауытқуды шешу:

$$s_r = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,074}{\sqrt{5}} = \frac{0,074}{2,236} = 0,033$$

6. Сенімді интервалды есептеу. Кестеден $f = n-1 = 4$, $t_{0,95}=2,78$ сандарын алып, $tS_{\bar{x}}$ есептеу қажет:

$$t_{0,95}S_{\bar{x}} = 2,78 \cdot 0,033 = 0,092$$

немесе

$$t_{0,95}S_{\bar{x}} = \frac{0,92 \cdot 100}{94,49} = 0,097\%$$

7. Алынған мәліметті қорыту

$$(94,49 \pm 0,09)\%$$

$$(94,49 \pm 0,10)\%$$

6-есеп. Судың үлгісін анализдеу нәтижесінде оның құрамында 38,8 мг; 39,4 мг; 39,1 мг; 40,2 мг; 43,5 мг PO_4^{3-} анықталған. Анализ нәтижесінде күрделі қате жіберілген бе?

Шешуі. 1. Анализ мәліметтерін өсу ретімен орналастыру қажет.

$$38,8; 39,1; 39,4; 40,2; 43,2$$

Осының ішінде 43,5 мг басқа сандарға қарағанда ерекше, сондықтан қате сияқты.

Сондықтан

$$Q_{\text{жсп}} = \frac{x_{\text{кат}} - x_{\text{н}}}{x_{\text{макс}} - x_{\text{мин}}} = \frac{43,5 - 40,2}{43,5 - 38,8} = \frac{3,3}{4,7} = 0,70$$

$Q_{\text{жсп}} = 0,70$; $Q_{\text{теор}} = 0,64$; яғни $Q_{\text{жсп}} > Q_{\text{теор}}$, сондықтан 43,5 мг күрделі қате деп есептеуге болады.

7-есеп. Үлгідегі күкіртті анықтау үшін екі әдіс пайдаланылған. Гравиметрлік әдіспен үлгі құрамында анықталған күкірттің $\bar{x} = 12,75\%$, $S_x = 0,05$, $n = 5$ тең, титриметрлік әдіспен - $\bar{y} = 12,55\%$, $S_y = 0,10$, $n = 5$. Екі әдіспен алынған мәліметтер бір-біріне сәйкес келе ме?

Шешуі. Есепті шешу үшін төмендегі теңдікті пайдалану қажет:

$$t_{\text{жсп}} = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{(n_x - 1) \cdot S_x^2 + (n_y - 1) \cdot S_y^2}{(n_x + n_y - 2)} \cdot (n_x + n_y)}} =$$

$$= \frac{(12,75 - 12,55)}{\sqrt{\frac{(5 - 1) \cdot (0,05)^2 + (5 - 1) \cdot (0,1)^2}{(5 + 5 - 2)} \cdot (5 + 5)}} = 0,43$$

Еркіндік дәрежесі: $f = n_x + n_y - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$; $t_{\text{жсп}} = 0,43$; $t_{\text{теор}} = 2,31$, яғни $t_{\text{теор}} > t_{\text{жсп}}$, сондықтан берілген екі әдісті бір-біріне сәйкес деп есептеуге болады.

8-есеп. Құрамында кальцийі бар үлгіні анализдегенде одан 10,5% және 10,1% кальций анықталған. Сенімді интервалының шамасы 5,0% болуы үшін тәжірибе саны қандай болуы керек?

Шешуі. 1. Есептің мазмұны бойынша: $n=2$, $f=2-1 = 1$

2. Алдын-ала алынған мәліметтердің орта шамасын анықтап алу қажет

$$\bar{x} = \frac{10,5 - 10,1}{2} = \frac{20,6}{2} = 10,3.$$

3. Орта шамадан ауытқу:

$$\bar{d} = 10,5 - 10,3 = 0,2$$

$$10,1 - 10,3 = -0,2$$

4. Стандартты ауытқуды есептеу:

$$S = \sqrt{\frac{(0,2)^2 + (-0,2)^2}{2-1}} = \sqrt{\frac{0,08}{1}} = 0,28.$$

5. Орта шаманың стандартты ауытқуын табу:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,28}{\sqrt{2}} = \frac{0,28}{1,41} = 0,20.$$

6. Сенімді интервалды шешу:

$$f = 1; t_{0,95} = 12,7, \text{ сондықтан}$$

$$t_{0,95} S_x = 12,7 \cdot 0,2 = 2,54$$

7. Сенімді интервал % өрнектелсе, онда

$$t S_x = \frac{2,54}{10,3} \cdot 100 = 24,66\%$$

8. Сонымен, есептелген 24,66% мәні есептің мазмұны бойынша келесі ететін сенімді интервалдан

$$\frac{24,66\%}{5} = 4,9 \text{ есе}$$

жоғары, яғни шамамен 5 есе жоғары.

9. Сондықтан, қажетті t-критерийдің шамасы $\frac{12,7}{5} = 2,54$ жақын болуы

қажет. Кестеден $t_{0,95}=2,57$; $f=5$ сөйкес келеді. Сонда $f=n-1$;
 $n=f+1=5+1 = 6$, яғни 6 тәжірибе жасау қажет.

Студент өзін тексеру үшін мынадай есептеулер орындай алады.

$$t S_x = 2,57 \cdot 0,2 = 0,514$$

$$t S_x = \frac{0,514 \cdot 100}{10,3} = 4,99\%$$

ЕСЕПТЕР

1. Кальций сульфатының құрамындағы кристалдық судың м.ү. 20,93% тең. Анализ нәтижесінде анықталған кристалдық судың м.ү. 20,88% болды. Абсолюттік және салыстырмалы қателіктерді есептеңіз.

Ж. -0,05%; 0,24%

2. Болаттың стандартты үлгісінде 0,15% C; 0,60% Mn; 0,05% P және 0,05% S бар. Анализ нәтижелерінде мынадай мәліметтер алынған:

0,16% С; 0,58% Мп; 0,04% Р; 0,06% S. Абсолюттік және салыстырмалы қателіктерді есептеңіз.

Ж. С - 0,01%; 6,67%
Мп - 0,02%; 3,33%
Р - -0,01%; 20,0%
S - 0,01%; 20,0%

3. Манганин күймасы құрамында 4,02% Ni бар. Күйманы анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 3,95; 3,85; 3,89; 3,91; 4,00. Анализ нәтижелерінің орта шамасы мен медианасын есептеңіз.

Ж. 3,92%; 3,91%

4. Вуд күймасының құрамында 12,50% Cd бар. Күйманы анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 12,48; 12,55; 12,50; 12,45. Анализ нәтижелерінің орта шамасы мен медианасын есептеңіз.

Ж. 12,50%; 12,49%

5. Суды анализдеу нәтижесінде оның құрамында 18,25 мг; 18,34 мг; 18,32 мг; 18,35 мг; 18,29 мг темір (III) иондары анықталған. Орта шама мен медианадан ауытқуды есептеңіз.

Ж. 0,03; 0,03

6. Ферровольфрам күймасын көміртекке анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 0,07; 0,05; 0,06; 0,07; 0,04. Орта шаманың және медиананың салыстырмалы ауытқуларын есептеңіз.

Ж. 16,67%; 16,67%

7. Стоматологияда пайдаланылатын алтын күймасының құрамында 1,50% In бар. Бірінші студент анализ нәтижесінде мынадай мәліметтер алған (%): 1,45; 1,40; 1,54. Екінші студент стоматологияда пайдаланатын күйманың құрамында 4,30% In бар. Алтын күймасы үлгісін анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алған (%): 4,32; 4,26; 4,38. Екі анализ нәтижесінде алынған мәліметтердің:

- 1) орта шамадан абсолюттік және салыстырмалы ауытқуын;
- 2) орта шаманың абсолюттік және салыстырмалы қателерін есептеп, салыстырыңыз.

Ж. 1) I - 0,05%; 3,4% 2) I - 0,04%; 2,7%
II - 0,04%; 0,9% II - 0,02%; 0,9%

8. Күйма үлгісінің құрамында 15,5% Sn бар күйманы анализдеу нәтижесінде мынадай нәтижелер алынған (%): 14,8; 15,3; 15,0. Екінші үлгінің құрамында 23,8% Sn болған, оны зерттеу нәтижесінде қоланың мынадай м.ү. (%) алынған. 24,0; 23,5; 24,2. Екі анализ нәтижесінде алынған мәліметтердің:

- 1) орта шамадан абсолюттік және салыстырмалы ауытқуын;

2) орта шаманың абсолюттік және салыстырмалы қателіктерін есептеп, салыстырыңыз.

Ж. 1) I - 0,3%; 1,9% 2) I - 0,2%; 1,3%
II - 0,1%; 0,4% II - 0,3%; 1,3%

9. Стоматологияда пайдаланылатын алтын күймасын индий металына анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 4,25; 4,32; 4,28; 4,36; 4,56; 4,30. Осы алынған мәліметтер ішінде күрделі қате бар ма?

Ж. $Q_{эксп} = 0,65$

10. Қос суперфосфатты фосфорға анализдегенде оның құрамында (%): 47,9; 47,8; 47,5; 49,2; 48,5% P_2O_5 бары анықталған. Осы мәліметтер ішіндегі 49,2% қате деп есептеуге болады ма?

Ж. $Q_{эксп} = 0,41$

11. Гематит минералын темірге анализдегенде оның құрамында (%): 69,9; 70,5; 70,0; 68,0; 70,4; 71,0% Fe бары анықталған. Осы алынған мәліметтердің ішінде күрделі қате бар ма?

Ж. $Q_{эксп} = 0,63$

12. Дәрі-дәрмектегі бромды анализдегенде 0,20 мг тұрақты қате болады. Құрамында 7,5% бромды бар үлгісі өлшенділерін 1)10 мг, 2)50 мг, 3)100 мг, 4)250 мг, 5)500 мг анализдеу нәтижесінде пайдаланылатын салыстырмалы қателіктерді (%) есептеңіз.

Ж. 1) 26,7%; 2)5,3%; 3)2,7%; 4)1,1%; 5)0,5%

13. Гравиметрлік анализ әдісімен кальцийді анықтағанда тұнбаны жуу нәтижесінде 6,0 мг кальций жоғалады. Құрамында 28% Ca үлгісінің бірнеше өлшенділерін 1)0,1000 г, 2)0,2500 г, 3)0,5000 г, 4)1,0000 г анализдеу нәтижесінде пайдаланылатын салыстырмалы қателіктерді (%) есептеңіз.

Ж. 1) 21,4%; 2) 8,6%; 3) 4,3%; 4) 2,1%

14. Индий күймасында 0,50% Ga бар. Анализ нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 0,49; 0,48; 0,41; 0,47. Алынған мәліметтердің 95%-ықтималдықпен қайталанымындылығын және дұрыстығын бағалаңыз.

Ж. $D = -0,04$; $D\% = 8\%$; $0,46 \pm 0,06$

15. Стоматологияда пайдаланылатын платина күймасының құрамында 5,0% In болады. Осы күйма үлгісін анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған (%): 4,8; 4,9; 4,7; 4,6; 5,0. Алынған мәліметтердің дұрыстығы мен қайталанымындылығын (95% ықтималдығымен) есептеңіз.

Ж. $D = -0,2$; $D\% = 4,0\%$; $4,8 \pm 0,2\%$

16. Органикалық зат үлгісін азотқа анализдегенде мынадай нәтижелер алған (%): 5,30; 5,35; 5,32; 5,42; 5,40. Алынған мәліметтердің сенімді интервалын есептеңіз. (Ықтималдықты 95% алу қажет).
17. Техникалық натрий тиосульфатын анализдеу нәтижесінде оның құрамында 95,62%; 95,60%; 95,55%; 95,70; 95,75% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ бары анықталған. Алынған мәліметтердің сенімді интервалын есептеңіз. (Ықтималдық 95%).
18. Студент Вуд күймасын құрамындағы қорғасынды анықтағанда мынадай мәліметтер алған (%): 24,85; 24,70; 25,10; 25,05; 24,95; 24,75. Алынған мәліметтердің сенімді интервалын анықтаңыз. (Ықтималдық 95%).
19. Суды нитрат-иондарына анализдеу нәтижесінде оның 1,0 л-де нитрат иондарының мынадай массалары анықталған (г): 0,250; 0,235; 0,242; 0,248; 0,237. Алынған мәліметтердің сенімді интервалын есептеңіз. (Ықтималдық 90%).
20. Үлгідегі темірді анықтау үшін екі әдіс пайдаланылған. Гравиметрлік әдіспен анализденген үлгіде мынадай мәліметтер алынған: $\bar{x} = 0,2617$ г; $s_x^2 = 0,0004$; $n=3$. Титриметрлік әдіспен осы үлгіні анализдегенде мынадай мәліметтер алынған: $\bar{y} = 0,2610$ г; $s_y^2 = 0,0002$; $n=6$. Екі әдіспен алынған мәліметтер бір-біріне сәйкес бола ма?
Ж. $t_{\text{эксп}} = 3,62$
21. Доломит үлгісін CaCO_3 -ке анализдеу нәтижесінде бірінші студент мынадай мәліметтер алған: $\bar{x} = 52,20\%$; $s_x^2 = 0,14$; $n=4$. Екінші студент дәл осы үлгіні анализдегенде мынадай мәліметтер алған: $\bar{y} = 52,02\%$; $s_y^2 = 0,10$; $n=5$. Екі әдіспен алынған мәліметтердің бір-біріне сәйкестігін анықтаңыз. Алынған мәліметтерді қосып есептеуге бола ма?
Ж. $t_{\text{эксп}} = 2,25$
22. Құрамында марганец бар қатты болатты атомды-абсорбциялық әдіспен анализдеу нәтижесінде мынадай мәліметтер алынған: $\bar{x} = 12,38\%$; $s_x^2 = 0,22$; $n=3$. Осы үлгіні спектрофотометрлік әдіспен анализдегенде келесі мәліметтер алынған: $\bar{y} = 12,30\%$; $s_y^2 = 0,18$; $n=5$. Екі әдіспен алынған мәліметтердің сәйкестігін анықтаңыз.
Ж. $t_{\text{эксп}} = 0,57$

23. Жай суперфосфатты фосфорға анықтағанда, оның құрамында 16,8% және 16,2% P_2O_5 табылған. Сенімді интервалды 4,5% болу үшін тәжірибе саны нешеге тең болуы қажет? (Ықтималдық 95% алып есептеңіз).

Ж. $n = 6$

24. Метанның пиролиз өнімін анализдеу нәтижесінде оның құрамында 23,6% және 22,8% CO бары анықталған. Егер де ықтималдық 95% болса анализ нәтижесінің сенімді интервалы 4,1% болу үшін тәжірибе саны нешеге тең болуы қажет.

Ж. $n = 8$

25. Үлгідегі магнийді анықтауда гравиметрлік әдіспен екі мәлімет алынған: 0,2557 г және 0,2545 г. Анализ нәтижесінің сенімді интервалы 0,6% болуы үшін және ықтималдық 95% болған жағдайда тәжірибе саны нешеге тең болуы керек?

Ж. $n = 6$

КЕЙБІР ҚЫШҚЫЛДАР МЕН НЕГІЗДЕРДІҢ
ДИССОЦИАЦИЯЛАНУ КОНСТАНТАЛАРЫ

Қышқылдар

Аталуы		Формуласы	K_a
Азотты		HNO_2	$5,1 \cdot 10^{-4}$
Акрил		$\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$	$5,5 \cdot 10^{-5}$
Аминсірке (Глицин)		$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$
Бензойды		$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$
Бор (орто)	K_1	H_3BO_3	$7,1 \cdot 10^{-10}$
	K_2		$1,8 \cdot 10^{-13}$
	K_3		$1,6 \cdot 10^{-14}$
(тетра)	K_1	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
	K_2		$2,0 \cdot 10^{-8}$
(мета)	K	HBO_2	$5,8 \cdot 10^{-10}$
Бромлау		HBrO_3	$2,0 \cdot 10^{-1}$
Бромлылау		HBrO	$2,5 \cdot 10^{-9}$
Ванадий (орто)	K_1	H_3VO_4	$1,8 \cdot 10^{-4}$
	K_2		$3,2 \cdot 10^{-10}$
	K_3		$4,0 \cdot 10^{-15}$
Вольфрам	K_1	H_2WO_4	$6,3 \cdot 10^{-3}$
	K_2		$2,0 \cdot 10^{-4}$
Иодтау		HIO_3	$2,3 \cdot 10^{-11}$
Кремний (орто)	K_1	H_4SiO_4	$1,3 \cdot 10^{-10}$
	K_2		$1,6 \cdot 10^{-12}$
	K_3		$2,0 \cdot 10^{-14}$
Марганецті	K_1	H_2MnO_4	$\approx 10^{-1}$
	K_2		$7,1 \cdot 10^{-11}$
Молибден	K_1	H_2MoO_4	$2,9 \cdot 10^{-3}$
	K_2		$1,4 \cdot 10^{-4}$
Мышьяк	K_1	H_3AsO_4	$5,6 \cdot 10^{-3}$
	K_2		$1,7 \cdot 10^{-7}$
	K_3		$2,95 \cdot 10^{-12}$
Мышьякты		HAsO_2	$5,1 \cdot 10^{-10}$
8-Оксихинолин		$\text{C}_9\text{H}_7\text{ON}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$
Пропион		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Селенитті	K_1	H_2SeO_3	$2,4 \cdot 10^{-3}$
	K_2		$4,8 \cdot 10^{-9}$

Селенсутек	K ₁	H ₂ Se	1,3·10 ⁻⁴
	K ₂		1,0·10 ⁻¹¹
Күкіртті	K ₁	H ₂ SO ₃	1,7·10 ⁻²
	K ₂		6,2·10 ⁻⁸
Күкіртсутек	K ₁	H ₂ S	8,9·10 ⁻⁸
	K ₂		1,3·10 ⁻¹³
Циансутек		HCN	6,2·10 ⁻¹⁰
Теллурсутек	K ₁	H ₂ Te	2,3·10 ⁻³
	K ₂		1·10 ⁻¹¹
Теллуридті	K ₁	H ₂ TeO ₃	2,7·10 ⁻³
	K ₂		1,8·10 ⁻⁸
Көмір	K ₁	CO ₂ (aq)+H ₂ O	4,5·10 ⁻⁷
	K ₂		4,8·10 ⁻¹¹
Сірке		CH ₃ COOH	1,74·10 ⁻⁵
Фосфор (орто)	K ₁	H ₃ PO ₄	7,6·10 ⁻³
	K ₂		6,2·10 ⁻⁸
	K ₃		4,4·10 ⁻¹³
(пиро)	K ₁	H ₄ P ₂ O ₇	3,0·10 ⁻²
	K ₂		4,4·10 ⁻³
	K ₃		2,5·10 ⁻⁷
	K ₄		5,6·10 ⁻¹⁰
Фторсутек		HF	6,2·10 ⁻¹
Хлорлау		HClO ₂	1,1·10 ⁻²
Хлорлылау		HClO	5,0·10 ⁻⁸
Хром	K ₁	H ₂ CrO ₄	1,8·10 ⁻¹
	K ₂		3,2·10 ⁻⁷
Циан		HCNO	3,5·10 ⁻⁴
Қымыздық	K ₁	H ₂ C ₂ O ₄	5,6·10 ⁻²
	K ₂		5,4·10 ⁻⁵
Этилендиаминтетрасірке		(HOOC-H ₂ C) ₂ =N-(CH ₂) ₂ -	1,0·10 ⁻²
	K ₁	N=(CH ₂ COOH) ₂	
	K ₂		2,1·10 ⁻³
	K ₃		6,9·10 ⁻⁷
	K ₄		5,5·10 ⁻¹¹

Негіздер

Аталуы	Формуласы	K _б
Аммиак ерітіндісі	NH ₃ +H ₂ O	1,76·10 ⁻⁵
Анилин	C ₆ H ₅ NH ₂ +H ₂ O	4,2·10 ⁻¹⁰
Бензиламин	C ₆ H ₅ CH ₂ NH ₂ +H ₂ O	2,1·10 ⁻⁵

Бутиламин	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$
Гидразин	$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$9,8 \cdot 10^{-7}$
Диэтиламин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Пиридин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$

Нормальды сутек электродына салыстырмалы түрде алынган тотыккай-тотыксызданган жұптарының стандартты потенциал (E^0) шамалары.

$T=298\text{K}$

(↓ - қатты фаза қатысында;

↑ - қысым 101,3 кПа, газбен қанықтырылған ерітінді)

Элементтің символы	Жоғары тотығу дәрежесі	+ne	Төменгі тотығу дәрежесі	E^0 , В
Ag	Ag^+	+e	$\text{Ag} \downarrow$	+0,799
	$\text{AgI} \downarrow$	+e	$\text{Ag} \downarrow + \text{I}^-$	-0,152
	$\text{AgBr} \downarrow$	+e	$\text{Ag} \downarrow + \text{Br}^-$	+0,071
	$\text{AgCl} \downarrow$	+e	$\text{Ag} \downarrow + \text{Cl}^-$	+0,224
	$\text{AgCN} \downarrow$	+e	$\text{Ag} \downarrow + \text{CN}^-$	-0,04
	$\text{Ag}(\text{CN})_2$	+e	$\text{Ag} \downarrow + 2\text{CN}^-$	-0,29
	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	+e	$\text{Ag} \downarrow + 2\text{NH}_3$	+0,373
	$\text{Ag}_2\text{S} \downarrow$	+2e	$2\text{Ag} \downarrow + \text{S}^{2-}$	0,71
As	$\text{HAsO}_2 + 3\text{H}^+$	+3e	$\text{As} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,247
	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,56
	$\text{AsO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+3e	$\text{As} \downarrow + 4\text{OH}^-$	-0,68
	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{AsO}_2^- + 4\text{OH}^-$	-0,71
Bi	$\text{NaBiO}_3 + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{BiO}^- + \text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	> +1,8
	$\text{BiOCl} \downarrow + 2\text{H}^+$	+3e	$\text{Bi} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$	+0,16
Br	Br_2	+2e	2Br^-	+1,087
	$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,6
	$2\text{BrO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{Br}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,45
	$\text{HBrO} + \text{H}^+$	+2e	$\text{Br}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,34
	$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0,76
	$\text{BrO}_3^- + 5\text{H}^+$	+4e	$\text{HBrO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,45
	$\text{BrO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+4e	$\text{BrO}^- + 4\text{OH}^-$	+0,54
	$2\text{BrO}_3^- + 12\text{H}^+$	+10e	$\text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,52
	$2\text{BrO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$	+10e	$\text{Br}_2 + 12\text{OH}^-$	+0,50
	$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+$	+6e	$\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,45
	$\text{BrO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+6e	$\text{Br}^- + 6\text{OH}^-$	+0,61
C	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}^+$ (хинон)	+2e	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ (гидрохинон)	+0,699
	$\text{HCHO} + 2\text{H}^+$	+2e	CH_3OH	+0,19
	$2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	-0,49
Cd	Cd^{2+}	+2e	$\text{Cd} \downarrow$	-0,402

	$\text{Cd}(\text{CN})_4^{2-}$	+2e	$\text{Cd}\downarrow + 4\text{CN}^-$	-1,09
	$\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	+2e	$\text{Cd}\downarrow + 4\text{NH}_3$	-0,61
Ce	$\text{Ce}(\text{SO}_4)_3^{2+}$	+e	$\text{Ce}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$	+1,44
Cl	$\text{Cl}_2\uparrow$	+2e	2Cl^-	+1,359
	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	+1,63
	$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{Cl}_2\uparrow + 4\text{OH}^-$	+0,40
	$\text{HClO} + \text{H}^+$	+2e	$\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,50
	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0,88
	$2\text{HClO}_2 + 6\text{H}^+$	+6e	$\text{Cl}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,63
	$\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+$	+4e	$\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,56
	$\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+4e	$\text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$	+0,77
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$	+6e	$\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,45
	$2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+$	+10e	$\text{Cl}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,47
	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+6e	$\text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	+0,63
	$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,19
	$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0,36
	$2\text{ClO}_4^- + 16\text{H}^+$	+14e	$\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	+1,39
	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+$	+8e	$\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,38
	$\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+8e	$\text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	+0,56
Co	Co^{3+}	+e	Co^{2+}	+1,84
	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$	+e	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	+0,1
Cr	Cr^{3+}	+e	Cr^{2+}	+0,41
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$	+6e	$2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,33
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$	+3e	$\text{Cr}(\text{OH})_3\uparrow + 5\text{OH}^-$	-0,13
Cu	Cu^{2+}	+2e	$\text{Cu}\downarrow$	+0,337
	Cu^+	+e	$\text{Cu}\downarrow$	+0,521
	Cu^{2+}	+e	Cu^+	0,153
	$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^-$	+e	$\text{CuI}\downarrow$	+0,86
	$\text{CuI}\downarrow$	+e	$\text{Cu}\downarrow + \text{I}^-$	-0,185
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	+2e	$\text{Cu}\downarrow + 4\text{NH}_3$	-0,07
	$\text{CuS}\downarrow$	+2e	$\text{Cu}\downarrow + \text{S}^{2-}$	
F	$\text{F}_2\uparrow$	+2e	2F^-	
Fe	Fe^{3+}	+e	Fe^{2+}	
	Fe^{3+}	+3e	$\text{Fe}\downarrow$	
	Fe^{2+}	+2e	$\text{Fe}\downarrow$	
	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	+e	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	
	FeS	+2e	$\text{Fe}\downarrow + \text{S}^{2-}$	
H	2H^+	+2e	$\text{H}_2\uparrow$	0,0000
	$2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	-0,828
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$	+2e	$2\text{H}_2\text{O}$	+1,77
Hg	2Hg^{2+}	+2e	Hg_2^{2+}	0,907
	Hg^+	+2e	$\text{Hg}\downarrow$	+0,850

	Hg_2^{2+}	+2e	2Hg	+0,792
	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2\downarrow$	+2e	$2\text{Hg}\downarrow + 2\text{Cl}^-$	+0,268
	$\text{Hg}_2\text{J}_2\downarrow$	+2e	$2\text{Hg}\downarrow + 2\text{J}^-$	-0,040
J	$\text{J}_2\downarrow$	+2e	2J^-	+0,536
	$\text{J}_2\downarrow$	+2e	2J^-	+0,621
	J_3^-	+2e	3J^-	+0,545
	$2\text{HJO} + 2\text{H}^+$	+2e	$\text{J}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,45
	$2\text{JO}^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{J}_2\downarrow + 4\text{OH}^-$	+0,45
	$\text{HJO} + \text{H}^+$	+2e	$\text{J}^- + \text{H}_2\text{O}$	+0,99
	$\text{JO}^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{J}^- + 2\text{OH}^-$	+0,49
	$2\text{JO}_3^- + 12\text{H}^+$	+10e	$\text{J}_2\downarrow + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,19
	$2\text{JO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$	+10e	$\text{J}_2\downarrow + 12\text{OH}^-$	+0,21
	$\text{JO}_3^- + 6\text{H}^+$	+6e	$\text{J}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,08
	$\text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+6e	$\text{J}^- + 6\text{OH}^-$	+0,26
Mg	Mg^{2+}	+2e	$\text{Mg}\downarrow$	+2,37
Mn	Mn^{3+}	+e	Mn^{2+}	+1,51
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
	$\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+2,26
	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{OH}^-$	+0,6
	MnO_4^-	+e	MnO_4^{2-}	+0,56
	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+$	+3e	$\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,69
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+3e	$\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{OH}^-$	+0,60
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+$	+5e	$\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
N	$\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{NH}_4\text{OH} + 2\text{OH}^-$	+0,42
	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+$	+e	$\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	+0,99
	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	+e	$\text{NO}\uparrow + 2\text{OH}^-$	-0,46
	$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+$	+4e	$\text{N}_2\text{O}\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,29
	$2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+$	+6e	$\text{N}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,44
	$2\text{NO}_2^- + 4\text{H}_2\text{O}$	+6e	$\text{N}_2\uparrow + 8\text{OH}^-$	+0,44
	$\text{HNO}_2 + 7\text{H}^+$	+6e	$\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,86
	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+$	+2e	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,94
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0,01
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$	+e	$\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	+0,80
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+e	$\text{NO}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	-0,86
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$	+3e	$\text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+3e	$\text{NO}\uparrow + 4\text{OH}^-$	-0,14
	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+$	+8e	$\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,87
	$\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O}$	+8e	$\text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$	-0,12
Ni	Ni^{2+}	+2e	$\text{Ni}\downarrow$	-0,23
	$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	+2e	$\text{Ni}\downarrow + 6\text{NH}_3$	-0,49
	$\text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow$	+2e	$\text{Ni}\downarrow + 2\text{OH}^-$	-0,72
	$\text{NiS}_3\downarrow$	+2e	$\text{Ni}\downarrow + \text{S}^{2-}$	-0,76

	$\text{NiS}_0 \downarrow$	+2e	$\text{Ni} \downarrow + \text{S}^{2-}$	-0,96
O	$\text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$	+4e	$2\text{H}_2\text{O}$	+1,229
	$\text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ (10^{-7}\text{M})$	+4e	$2\text{H}_2\text{O}$	+0,815
	$\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+4e	4OH^-	+0,401
	$\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$	+2e	H_2O_2	+0,682
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$	+2e	$2\text{H}_2\text{O}$	+1,77
Pb	Pb^{2+}	+2e	$\text{Pb} \downarrow$	-0,126
	Pb^{4+}	+2e	Pb^{2+}	+1,8
	$\text{PbCl}_2 \downarrow$	+2e	$\text{Pb} \downarrow + 2\text{Cl}^-$	-0,266
	$\text{PbJ}_2 \downarrow$	+2e	$\text{Pb} \downarrow + 2\text{J}^-$	-0,364
	$\text{PbO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,455
	$\text{PbS} \downarrow$	+2e	$\text{Pb} \downarrow + \text{S}^{2-}$	-0,91
	$\text{PbSO}_4 \downarrow$	+2e	$\text{Pb} \downarrow + \text{SO}_4^{2-}$	-0,356
S	$\text{S} \downarrow$	+2e	S^{2-}	-0,48
	$\text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$	+2e	H_2S	+0,14
	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$	+2e	$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+0,09
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,17
	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$	+6e	$\text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,36
	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	+2e	2SO_4^{2-}	+2,0
Sb	$\text{Sb} \downarrow + 3\text{H}^+$	+3e	SbH_3	-0,51
	$\text{SbO}^+ + 2\text{H}^+$	+3e	$\text{Sb} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$	+0,212
	$\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+$	+5e	$2\text{Sb} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,152
	$\text{SbO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+3e	$\text{Sb} \downarrow + 4\text{OH}^-$	-0,675
	$\text{SbO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{SbO}_2^- + 2\text{OH}^-$	-0,43
Se	$\text{Se} \downarrow + 2\text{H}^+$	+2e	H_2S	-0,40
	$\text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$	+2e	$\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+1,15
	$\text{SeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{SeO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	+0,05
Sn	Sn^{2+}	+2e	$\text{Sn} \downarrow$	-0,140
	Sn^{4+}	+2e	Sn^{2+}	+0,15
	$\text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{Sn} \downarrow + 3\text{OH}^-$	-0,91
	$\text{Sn}(\text{OH})_6^{2-}$	+2e	$\text{HSnO}_2^- + 3\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0,93
Te	$\text{Te} \downarrow$	+2e	Te^{2-}	-1,14
	$\text{TeO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	+2e	$\text{TeO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	>+0,4
Ti	$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+$	+e	$\text{Ti}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	+0,1
	Ti^{3+}	+e	Ti^{2+}	-0,37
Tl	Tl^+	+e	$\text{Tl} \downarrow$	-0,336
	Tl^{3+}	+2e	Tl^+	+1,28
Zn	Zn^{2+}	+2e	$\text{Zn} \downarrow$	-0,76
	$\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$	+2e	$\text{Zn} \downarrow + 4\text{CN}^-$	-1,26
	$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	+2e	$\text{Zn} \downarrow + 4\text{NH}_3 \downarrow$	-1,04
	$\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$	+2e	$\text{Zn} \downarrow + 2\text{OH}^-$	-1,245

Кейбір комплексті қосылыстардың тұрақтылық константалары

Лигандтың атауы мен формуласы	Металл ионы	Иондық күші	β_1	β_2	β_3	β_4
Аммиак NH_3	Ag^+	0	$2,0 \cdot 10^3$	$6,9 \cdot 10^3$		
	Cd^{2+}	0	$3,2 \cdot 10^2$	$9,1 \cdot 10^1$	$2,0 \cdot 10^1$	6,2
	Co^{2+}	0	$9,8 \cdot 10^1$	$3,2 \cdot 10^1$	8,5	4,4
	Cu^{2+}	0	$9,8 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^2$	$9,3 \cdot 10^1$
	Hg^{2+}	2	$6 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^2$	6
	Ni^{2+}	0	$4,7 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^2$	$4,1 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$
Ацетат CH_3COO^-	Zn^{2+}	0	$1,9 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$
	Ag^+	0	5,4	0,8		
	Cd^{2+}	0	$5,0 \cdot 10^1$			
	Cu^{2+}	3	$2,0 \cdot 10^1$	$1,0 \cdot 10^1$	1,4	0,38
	Hg^{2+}	0	$1,4 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^1$		
	Pb^{2+}	0	$2,7 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^1$		
Бромид Br^-	Ag^+	0	$\text{AgBr}(\text{тв.}) + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr}_2^-$		$\beta_2 = 2,0 \cdot 10^{-5}$	
	Hg^{2+}	0,5	$\text{AgBr}_2^- + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr}_3^{2-}$		$\beta_3 = 4,6$	
	Pb^{2+}	0	$1,1 \cdot 10^9$	$1,9 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^1$
	Al^{3+}	0	$6 \cdot 10^9$	$\text{Al}(\text{OH})_3(\text{тв.}) + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_4^-$		$\beta_4 \approx 10$
Гидроксид OH^-	Cd^{2+}	0,1	$\sim 10^4$			
	Cu^{2+}	0	$\sim 10^6$			
	Fe^{2+}	0	$\sim 10^6$			
	Fe^{3+}	0	$1 \cdot 10^{11}$	$5 \cdot 10^{10}$		
	Hg^{2+}	0	$3 \cdot 10^{11}$			
	Ni^{2+}	0	$\sim 10^4$			
	Pb^{2+}	0	$7 \cdot 10^7$	$\text{Pb}(\text{OH})_2(\text{тв.}) + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{OH})_3^-$		$\beta_3 = 5 \cdot 10^{-2}$
	Zn^{2+}	0	$1 \cdot 10^4$	$\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{тв.}) + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$		$\beta_4 = 0,13$
	Cd^{2+}	0	$1,9 \cdot 10^2$	$4,4 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$	$1,3 \cdot 10^1$
	Cu^+	0	$\text{CuI}(\text{тв.}) + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{CuI}_2^-$		$\beta_2 = 8 \cdot 10^4$	
Hg^{2+}	0,5	$7,4 \cdot 10^{12}$	$9,0 \cdot 10^{10}$	$6,0 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^2$	
Pb^{2+}	0	$1 \cdot 10^2$	$\text{PbI}_2(\text{тв.}) + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_3^-$		$\beta_3 = 2,2 \cdot 10^{-5}$	
Оксалат $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Pb^{2+}	0	$\text{PbI}_3^- + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{PbI}_4^{2-}$		$\beta_4 = 1,4 \cdot 10^{-4}$	
	Al^{3+}	0	$\beta_1 \beta_2 = 1 \cdot 10^{13}$		$2 \cdot 10^3$	
	Fe^{3+}	0	$2,5 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^4$	
	Mg^{2+}	0	$6,6 \cdot 10^3$	$2,7 \cdot 10^1$		
	Mn^{3+}	2	$1,0 \cdot 10^{10}$	$3,9 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^2$	

Лигандтың атауы мен формуласы	Металл ионы	Иондық күші	β_1	β_2	β_3	β_4
Роданид SCN^-	Pb^{2+}	0	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$			$\beta_2 = 3,5 \cdot 10^6$
	Ag^+	0	$\text{AgSCN}(\text{тв.}) + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{SCN})_2^-$			$\beta_2 = 6 \cdot 10^{-8}$
	Cu^+	5	$\text{CuSCN}(\text{тв.}) + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{SCN})_2^-$			$\beta_2 = 4 \cdot 10^{-4}$
	Fe^{3+}	0	$1,4 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^1$		
Сульфат SO_4^{2-}	Hg^{2+}	0	$\beta_1 \beta_2 = 1,8 \cdot 10^{17}$		$5,1 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^1$
	Al^{3+}	0	$1,6 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^1$		
	Cd^{2+}	0	$2 \cdot 10^2$			
	Cu^{2+}	0	$1,6 \cdot 10^2$			
Фторид F^-	Fe^{3+}	0	$1,1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^1$		
	Al^{3+}	0,5	$1,3 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^2$
Хлорид Cl^-	Fe^{3+}	0,5	$\beta_5 = 4 \cdot 10^1$		$\beta_6 = 5$	
	Ag^+	0	$\text{AgCl}(\text{тв.}) + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_2^-$			$\beta_2 = 2,0 \cdot 10^3$
			$\text{AgCl}_2^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_3^{2-}$			$\beta_3 = 1$
	Bi^{3+}	2	$1,5 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^1$	$1,3 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^2$
	Cd^{2+}		$1,0 \cdot 10^2$	5,0	0,26	
	Cu^+	0	$\text{Cu}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CuCl}_2^-$			$\beta_2 = 8,7 \cdot 10^4$
Цианид CN^-	Fe^{2+}	2	2,3	1,1		
	Fe^{3+}	0	$3,0 \cdot 10^1$	4,5	0,1	
	Hg^{2+}	0,5	$5,5 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^6$	8,9	$1,1 \cdot 10^1$
	Pb^{2+}	0	$4,0 \cdot 10^1$	$\text{Pb}^{2+} + 3\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{PbCl}_3^-$		$\beta_3 = 4,8 \cdot 10^1$
	Sn^{2+}	0	$3,2 \cdot 10^1$	5,4	0,62	0,28
	Ag^+	0	$\text{Ag}^+ + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{CN})_2^-$			$\beta_2 = 1 \cdot 10^{20}$
	Cd^{2+}	3	$5,0 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$4,3 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^3$
	Hg^{2+}	0,1	$1,0 \cdot 10^{18}$	$5 \cdot 10^{16}$	$7 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$
	Ni^{2+}	0	$\text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$			$\beta_4 = 1 \cdot 10^{22}$

Кейбір металдардың $\text{Na}_2\text{ЭДТА}$ комплекстерінің тұрақтылық константалары

Иондар	β	$\lg\beta$	Иондар	β	$\lg\beta$
Ag^+	$1,6 \cdot 10^7$	7,2	Hg^{2+}	$6,3 \cdot 10^{21}$	21,8
Mg^{2+}	$5,0 \cdot 10^8$	8,7	Cd^{2+}	$3,2 \cdot 10^{16}$	16,5
Ca^{2+}	$5,0 \cdot 10^{10}$	10,7	Ni^{2+}	$4,0 \cdot 10^{18}$	18,6
Ba^{2+}	$6,3 \cdot 10^7$	7,8	Co^{2+}	$2,0 \cdot 10^{16}$	16,3
Sr^{2+}	$4,0 \cdot 10^8$	8,6	Bi^{3+}	$7,9 \cdot 10^{27}$	27,9
Pb^{2+}	$1,0 \cdot 10^{18}$	18,0	Fe^{3+}	$1,3 \cdot 10^{25}$	25,1
Mn^{2+}	$1,0 \cdot 10^{14}$	14,0	Al^{3+}	$1,3 \cdot 10^{16}$	16,1
Zn^{2+}	$3,2 \cdot 10^{16}$	16,5	Ce^{IV}	$2,5 \cdot 10^{16}$	16,4
Fe^{2+}	$2,0 \cdot 10^{14}$	14,3	Cr^{3+}	$1,0 \cdot 10^{21}$	23,0
Cu^{2+}	$6,3 \cdot 10^{18}$	18,8			

**СУДА НАШАР ЕРИТІН ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ ЕРИГІШТІК
КОНСТАНТАЛАРЫ**

Қосылыстардың формуласы	K_1^0	Қосылыстардың формуласы	K_2^0
Ag_3AsO_3	$1 \cdot 10^{-17}$	Ag_2SeO_4	$5,6 \cdot 10^{-8}$
Ag_3AsO_4	$1 \cdot 10^{-22}$	$AgVO_3$	$5 \cdot 10^{-7}$
$AgBO_2$	$4 \cdot 10^{-1}$	Ag_2WO_4	$5,5 \cdot 10^{-12}$
$AgBr$	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$AlAsO_4$	$1,6 \cdot 10^{-16}$
Ag_3BrO_3	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$Al(OH)_3(Al^{3+}, 3OH^-)$	$1 \cdot 10^{-34}$
$AgC_2H_3O_2$	$4 \cdot 10^{-3}$	$(AlOH^{2+}, 2OH^-)$	$3,2 \cdot 10^{-23}$
$AgCN$	$2,3 \cdot 10^{-16}$	(H^+, AlO_2^-)	$1,6 \cdot 10^{-13}$
Ag_2CO_3	$8,2 \cdot 10^{-12}$	$AlPO_4$	$5,75 \cdot 10^{-19}$
$Ag_2C_2O_4$	$1 \cdot 10^{-11}$	$AuBr$	$5,0 \cdot 10^{-17}$
$AgCl$	$1,78 \cdot 10^{-10}$	$AuBr_3$	$4,0 \cdot 10^{-36}$
$AgClO_2$	$2 \cdot 10^{-4}$	$AuCl$	$2,0 \cdot 10^{-13}$
$AgClO_3$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$AuCl_3$	$3,2 \cdot 10^{-5}$
Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$AuOH$	$7,9 \cdot 10^{-20}$
$Ag_2Cr_2O_7$	$1 \cdot 10^{-10}$	$Au(OH)_3$	$1 \cdot 10^{-53}$
$Ag_3Co(CN)_6$	$3,9 \cdot 10^{-26}$	AuI	$1,6 \cdot 10^{-23}$
$Ag_3Fe(CN)_6$	$1 \cdot 10^{-22}$	AuI_3	$1,0 \cdot 10^{-46}$
$Ag_4Fe(CN)_6$	$1,5 \cdot 10^{-41}$	$Ba_3(AsO_4)_2$	$7,8 \cdot 10^{-51}$
$Ag_2HVO_4(2Ag^+, HVO_4^{2-})$	$2 \cdot 10^{-14}$	$Ba(BrO_3)_2$	$5,5 \cdot 10^{-6}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	$BaCO_3$	$5,1 \cdot 10^{-9}$
$AgIO_3$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	BaC_2O_4	$1,1 \cdot 10^{-7}$
$AgMnO_4$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$BaCrO_4$	$1,2 \cdot 10^{-10}$
Ag_2MnO_4	$2,8 \cdot 10^{-12}$	BaF_2	$1,1 \cdot 10^{-6}$
AgN_3	$2,9 \cdot 10^{-9}$	$Ba_2Fe(CN)_6$	$3 \cdot 10^{-8}$
$AgNO_2$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$Ba(IO_3)_2$	$1,5 \cdot 10^{-9}$
$Ag_2O(Ag^+, OH^-)$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$BaMnO_4$	$2,5 \cdot 10^{-10}$
$AgOCN$	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$BaMoO_4$	$4 \cdot 10^{-8}$
$Ag_2PO_3F(2Ag^+, PO_3F^{2-})$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$Ba(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Ag_3PO_4	$1,3 \cdot 10^{-20}$	$Ba_3(PO_4)_2$	$6 \cdot 10^{-39}$
$AgReO_4$	$7,95 \cdot 10^{-5}$	$Ba_2P_2O_7$	$3 \cdot 10^{-11}$
Ag_2S	$6,3 \cdot 10^{-50}$	$BaSO_3$	$8 \cdot 10^{-7}$
$AgSCN$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$BaSO_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
Ag_2SO_3	$1,5 \cdot 10^{-14}$	BaS_2O_3	$6 \cdot 10^{-5}$
Ag_2SO_4	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$BaSeO_4$	$2,8 \cdot 10^{-11}$
$AgSeCN$	$4,0 \cdot 10^{-16}$	$Be(OH)_2(Be^{2+}, 2OH^-)$	$2 \cdot 10^{-18}$
Ag_2SeO_3	$9,8 \cdot 10^{-16}$	$(BeOH^+, OH^-)$	$6,3 \cdot 10^{-13}$

BiAsO_4	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$\text{Cd(OH)}_2 (\text{Cd}^{2+}, 2\text{OH}^-)$	$5,9 \cdot 10^{-15}$
$\text{Bi}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$	$4 \cdot 10^{-36}$	(ескіргеннен кейін)	
BiI_3	$8,1 \cdot 10^{-19}$	$\text{Cd(OH)}_2 (\text{H}^+, \text{HCdO}_2^-)$	$2 \cdot 10^{-19}$
$\text{BiOCl} (\text{BiO}^+, \text{Cl}^-)$	$7 \cdot 10^{-9}$	CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$
$(\text{BiOCl} + \text{H}_2\text{O} =$	$1,8 \cdot 10^{-31}$	CdSeO_3	$1,3 \cdot 10^{-9}$
$\text{Bi}^{3+} + 2\text{OH}^- + \text{Cl}^-)$		CdWO_4	$2 \cdot 10^{-6}$
Bi(OH)_3	$3,2 \cdot 10^{-40}$	$\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$	$2,5 \cdot 10^{-29}$
$\text{BiOOH} (\text{BiO}^+, \text{OH}^-)$	$1,0 \cdot 10^{-12}$	$\text{Ce(IO}_3)_3$	$3,2 \cdot 10^{-10}$
BiPO_4	$1,3 \cdot 10^{-23}$	$\text{Ce(IO}_3)_4$	$5 \cdot 10^{-17}$
Bi_2S_3	$1 \cdot 10^{-97}$	$\text{Ce}_2(\text{SeO}_3)_2$	$3,75 \cdot 10^{-25}$
$\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$	$6,8 \cdot 10^{-19}$	$\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2$	$7,6 \cdot 10^{-29}$
$\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	$7,7 \cdot 10^{-7}$	$\text{Co(BO}_2)_2$	$3,2 \cdot 10^{-9}$
(тарترات)		CoCO_3	$8 \cdot 10^{-13}$
CaCO_3	$4,8 \cdot 10^{-9}$	CoC_2O_4	$4 \cdot 10^{-8}$
CaC_2O_4	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$\text{Co}_2\text{Fe(CN)}_6$	$1,8 \cdot 10^{-15}$
CaCrO_4	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$\text{Co(IO}_3)_2$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
CaF_2	$4,0 \cdot 10^{-11}$	Co(OH)_2 (көгілдір)	$6,3 \cdot 10^{-15}$
$\text{CaHPO}_4 (\text{Ca}^{2+}, \text{HPO}_4^{2-})$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	Co(OH)_2 (кызгылт, жаңа түндырылган)	$2,0 \cdot 10^{-15}$
$\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2 (\text{Ca}^{2+},$	$1 \cdot 10^{-3}$	Co(OH)_2 (кызгылт, ескіргеннен кейін)	$2,0 \cdot 10^{-16}$
$2\text{H}_2\text{PO}_4^-)$		Co(OH)_3	$4 \cdot 10^{-45}$
$\text{Ca(IO}_3)_2$	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$\text{CoS } \alpha$	$4,0 \cdot 10^{-21}$
$\text{Ca(NH}_4)_2\text{Fe(CN)}_6$	$4 \cdot 10^{-8}$	$\text{CoS } \beta$	$2,0 \cdot 10^{-25}$
$\text{Ca(OH)}_2 (\text{Ca}^{2+}, 2\text{OH}^-)$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	CoSeO_3	$1,6 \cdot 10^{-7}$
$(\text{CaOH}^+, \text{OH}^-)$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	CrAsO_4	$7,8 \cdot 10^{-21}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$	Cr(OH)_2	$1,0 \cdot 10^{-17}$
$\text{CaPO}_3\text{F} (\text{Ca}^{2+}, \text{PO}_3\text{F}^{2-})$	$4 \cdot 10^{-3}$	$\text{Cr(OH)}_3 (\text{Cr}^{3+}, 3\text{OH}^-)$	$6,3 \cdot 10^{-31}$
$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	$1,6 \cdot 10^{-58}$	$(\text{CrOH}^{2+}, 2\text{OH}^-)$	$6,3 \cdot 10^{-21}$
CaSO_3	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$(\text{H}^+, \text{H}_2\text{CrO}_3^-)$	$4,0 \cdot 10^{-15}$
CaSO_4	$2,37 \cdot 10^{-5}$	CrPO_4 (күлгін)	$1,0 \cdot 10^{-17}$
CaSeO_3	$4,7 \cdot 10^{-6}$	CrPO_4 (жасыл)	$2,4 \cdot 10^{-23}$
CaSiF_6	$8,1 \cdot 10^{-4}$	CsBrO_3	$2 \cdot 10^{-2}$
CaWO_4	$9,0 \cdot 10^{-9}$	CsClO_3	$4 \cdot 10^{-2}$
$\text{Cd}_3(\text{AsO}_4)_2$	$2,2 \cdot 10^{-31}$	CsClO_4	$4 \cdot 10^{-3}$
$\text{Cd(BO}_2)_2$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$\text{Cs}_3\text{Co(NO}_2)_3 [3\text{Cs}^+,$	$5,8 \cdot 10^{-16}$
Cd(CN)_2	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$\text{Co(NO}_2)_6]$	
CdCO_3	$5,2 \cdot 10^{-12}$	CsIO_3	$1,0 \cdot 10^{-2}$
CdC_2O_4	$1,5 \cdot 10^{-8}$	CsIO_4	$4,4 \cdot 10^{-3}$
$\text{Cd}_2\text{Fe(CN)}_6$	$3,2 \cdot 10^{-18}$	CsMnO_4	$9,1 \cdot 10^{-5}$
$\text{Cd(OH)}_2 (\text{Cd}^{2+}, 2\text{OH}^-)$	$2,2 \cdot 10^{-14}$		
(жаңа түндырылган)			

CsReO ₄	4,0·10 ⁻⁴	Fe ₂ (SeO ₃) ₃	2·10 ⁻³¹
Cs ₂ SiF ₆	1,3·10 ⁻⁵	Hg ₂ Br ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2Br ⁻)	5,8·10 ⁻²³
Cu ₃ (AsO ₄) ₂	7,6·10 ⁻³⁶	Hg ₂ CO ₃ (Hg ₂ ²⁺ , CO ₃ ²⁻)	8,9·10 ⁻¹⁷
CuBr	5,25·10 ⁻⁹	Hg ₂ C ₂ O ₄ (Hg ₂ ²⁺ , C ₂ O ₄ ²⁻)	1·10 ⁻¹³
CuCN	3,2·10 ⁻²⁰	Hg ₂ Cl ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2Cl ⁻)	1,3·10 ⁻¹⁸
CuCO ₃	2,5·10 ⁻¹⁰	Hg ₂ CrO ₄ (Hg ₂ ²⁺ , CrO ₄ ²⁻)	5,0·10 ⁻⁹
CuC ₂ O ₄	3·10 ⁻⁸	Hg ₂ I ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2I ⁻)	4,5·10 ⁻²⁹
CuCl	1,2·10 ⁻⁶	Hg ₂ (IO ₃) ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2IO ₃ ⁻)	2,45·10 ⁻¹⁴
CuCrO ₄	3,6·10 ⁻⁶	Hg ₂ HPO ₄ (Hg ₂ ²⁺ , 2HPO ₄ ⁻)	4,0·10 ⁻¹³
Cu ₂ Fe(CN) ₆	1,3·10 ⁻¹⁶	Hg ₂ O (Hg ₂ ²⁺ , 2OH ⁻)	1,6·10 ⁻²³
CuI	1,1·10 ⁻¹²	HgO (Hg ²⁺ , 2OH ⁻)	3,0·10 ⁻²⁶
Cu(IO ₃) ₂	7,4·10 ⁻⁸	HgS (кара)	1,6·10 ⁻⁵²
Cu ₂ O (2Cu ⁺ , OH ⁻)	1·10 ⁻¹⁴	HgS (кызыл)	4,0·10 ⁻⁵³
Cu(OH) ₂ (Cu ²⁺ , 2OH ⁻)	5,0·10 ⁻²⁰	Hg ₂ S (Hg ₂ ²⁺ , S ²⁻)	1·10 ⁻⁴⁷
(CuOH ⁺ , OH ⁻)	8,3·10 ⁻¹²	Hg ₂ (SCN) ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2SCN ⁻)	3,0·10 ⁻²⁰
(H ⁺ , HCuO ₂ ⁻)	1·10 ⁻¹⁹	Hg ₂ SO ₃ (Hg ₂ ²⁺ , SO ₃ ²⁻)	1·10 ⁻²⁷
Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃ (малахит)	1,7·10 ⁻³⁴	Hg ₂ SO ₄ (Hg ₂ ²⁺ , SO ₄ ²⁻)	6,8·10 ⁻⁷
Cu ₃ (OH) ₂ CO ₃ (азурит)	1,1·10 ⁻⁴⁶	HgSe	1·10 ⁻⁵⁹
Cu ₂ P ₂ O ₇	8,3·10 ⁻¹⁶	Hg ₂ SeO ₃ (Hg ₂ ²⁺ , SeO ₃ ²⁻)	6,3·10 ⁻¹⁵
CuS	6,3·10 ⁻³⁶	Hg ₂ WO ₄ (Hg ₂ ²⁺ , WO ₄ ²⁻)	1,1·10 ⁻¹⁷
Cu ₂ S	2,5·10 ⁻⁴⁸	In(OH) ₃ (In ³⁺ , 3OH ⁻)	5·10 ⁻³⁴
CuSCN	4,8·10 ⁻¹⁵	[In(OH) ²⁺ , 2OH ⁻]	1,2·10 ⁻²⁷
CuSe	1·10 ⁻⁴⁹	(H ⁺ , H ₂ InO ₃ ⁻)	1·10 ⁻¹⁶
CuSeO ₃	2,1·10 ⁻⁸	In ₂ S ₃	1·10 ⁻⁸⁸
CuWO ₄	1·10 ⁻⁵	K ₃ AlF ₆ (3K ⁺ , AlF ₆ ³⁻)	1,6·10 ⁻⁹
FeAsO ₄	5,8·10 ⁻²¹	KBF ₄ (K ⁺ , BF ₄ ⁻)	2·10 ⁻³
FeCO ₃	3,5·10 ⁻¹¹	KBH ₄ (K ⁺ , BH ₄ ⁻)	1,3·10 ⁻³
FeC ₂ O ₄	2·10 ⁻⁷	KClO ₄	1,1·10 ⁻²
Fe(OH) ₂ (Fe ²⁺ , 2OH ⁻)	1·10 ⁻¹⁵	K ₃ Co(NO ₂) ₆ [3K ⁺ , Co(NO ₂) ₆ ⁻]	4,3·10 ⁻¹⁰
(FeOH ⁺ , OH ⁻)	5·10 ⁻¹⁰	K ₂ Cu ₂ Fe(CN) ₆	2,2·10 ⁻²⁷
Fe(OH) ₃ (Fe ³⁺ , 3OH ⁻)	3,2·10 ⁻³⁸	KIO ₄	8,3·10 ⁻⁴
(жаңа түндырылган)		K ₂ NaCo(NO ₂) ₆ [2K ⁺ , Na ⁺ ,	2,2·10 ⁻¹¹
Fe(OH) ₃ (Fe ³⁺ , 3OH ⁻)	3,2·10 ⁻⁴⁰	Co(NO ₂) ₆ ⁻]	
(ескіргеннен кейін)		K ₂ SiF ₆	4·10 ⁻⁵
[Fe(OH) ²⁺ , 2OH ⁻]	2·10 ⁻²⁶	La(OH) ₃ (жаңа	1·10 ⁻¹⁹
FePO ₄	1,3·10 ⁻²²	түндырылган)	
FeS	5·10 ⁻¹⁸	La(OH) ₃ (ескіргеннен	2,0·10 ⁻²²
FeS ₂ (Fe ²⁺ , S ₂ ²⁻)	6,3·10 ⁻³¹	кейін)	
FeSe	1·10 ⁻²⁶	La ₂ S ₃	2,0·10 ⁻¹³

$\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$	$3 \cdot 10^{-5}$	$\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$	$1,7 \cdot 10^{-13}$
Li_2CO_3	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$\text{NiS } \alpha$	$3,2 \cdot 10^{-19}$
LiF	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$\text{NiS } \beta$	$1 \cdot 10^{-24}$
LiOH	$4 \cdot 10^{-2}$	$\text{NiS } \gamma$	$2,0 \cdot 10^{-26}$
Li_3PO_4	$3,2 \cdot 10^{-9}$	NiSeO_3	$1,0 \cdot 10^{-5}$
$\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_3$	$2,1 \cdot 10^{-20}$	$\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$	$4,1 \cdot 10^{-36}$
MgCO_3	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$\text{Pb}(\text{BO}_2)_2$	$1,7 \cdot 10^{-11}$
MgF_2	$6,5 \cdot 10^{-9}$	PbBr_2	$9,1 \cdot 10^{-6}$
$\text{Mg}(\text{IO}_3)_2$	$3 \cdot 10^{-3}$	$\text{Pb}(\text{BrO}_3)_2$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
MgNH_4PO_4	$2,5 \cdot 10^{-13}$	PbCO_3	$1 \cdot 10^{-13}$
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ (жаңа түндырылган)	$6,0 \cdot 10^{-10}$	PbC_2O_4	$8,3 \cdot 10^{-12}$
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	$1 \cdot 10^{-13}$	PbCl_2	$1,6 \cdot 10^{-5}$
MgSO_3	$3 \cdot 10^{-3}$	PbCrO_4	$1,8 \cdot 10^{-14}$
MgSeO_3	$1,3 \cdot 10^{-5}$	PbF_2	$2,7 \cdot 10^{-8}$
$\text{Mn}_3(\text{AsO}_4)_2$	$1,9 \cdot 10^{-29}$	PbI_2	$1,1 \cdot 10^{-9}$
MnCO_3	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$	$2,6 \cdot 10^{-13}$
MnC_2O_4	$1 \cdot 10^{-15}$	PbMoO_4	$4,0 \cdot 10^{-6}$
MnNH_4PO_4	$1 \cdot 10^{-12}$	$\text{Pb}(\text{OH})_2(\text{Pb}^{2+}, 2\text{OH}^-)$ (сары) (PbOH^+ , OH^-)	$1,1 \cdot 10^{-20}$ $3,6 \cdot 10^{-13}$
$\text{Mn}(\text{OH})_2(\text{Mn}^{2+}, 2\text{OH}^-)$ (MnOH^+ , OH^-)	$4,5 \cdot 10^{-13}$	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	$7,9 \cdot 10^{-43}$
$\text{Mn}(\text{OH})_3$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$\text{Mn}(\text{OH})_4$	$1 \cdot 10^{-36}$	$\text{Pb}(\text{SCN})_2$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
MnS (кызғылт түсті)	$1 \cdot 10^{-36}$	PbSO_4	$1,6 \cdot 10^{-8}$
MnS (жасыл)	$2,5 \cdot 10^{-10}$	PbS_2O_3	$6,10 \cdot 10^{-4}$
MnSeO_3	$2,5 \cdot 10^{-13}$	PbSe	$1 \cdot 10^{-38}$
$\text{Mo}(\text{OH})_4$	$1,26 \cdot 10^{-7}$	PbSeO_3	$3 \cdot 10^{-12}$
$\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_3$	$1 \cdot 10^{-56}$	PbSeO_4	$1,45 \cdot 10^{-7}$
$\text{Ni}(\text{BO}_3)_2$	$3,1 \cdot 10^{-26}$	PbWO_4	$4,5 \cdot 10^{-7}$
$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$ (диметилглиоксиматы)	$2 \cdot 10^{-9}$	$\text{Pt}(\text{OH})_2$	$1 \cdot 10^{-35}$
$\text{Ni}(\text{CN})_2$	$2,3 \cdot 10^{-25}$	PtS	$8 \cdot 10^{-73}$
NiCO_3	$3 \cdot 10^{-23}$	RaSO_4	$4,2 \cdot 10^{-15}$
NiC_2O_4	$6,6 \cdot 10^{-9}$	$\text{Sb}_2\text{O}_3(\text{Sb}^{3+}, 3\text{OH}^-)$ (SbO^+ , OH^-)	$1,7 \cdot 10^{-38}$
$\text{Ni}(\text{ClO}_3)_2$	$4 \cdot 10^{-10}$	$(\text{H}^+, \text{H}_2\text{SbO}_3^-)$	$2,5 \cdot 10^{-19}$
$\text{Ni}(\text{IO}_3)_2$	$1 \cdot 10^{-4}$	SnI_2	$1,3 \cdot 10^{-12}$
$\text{Ni}(\text{OH})_2$ (жаңа түндырылган)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$\text{Sn}(\text{OH})_2(\text{Sn}^{2+}, 2\text{OH}^-)$ (SnOH^+ , OH^-)	$1 \cdot 10^{-4}$
$\text{Ni}(\text{OH})_2$ (ескіргеннен кейін)	$2,0 \cdot 10^{-15}$	$(\text{H}^+, \text{HSnO}_2^-)$	$6,3 \cdot 10^{-27}$
	$6,3 \cdot 10^{-18}$	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	$3,2 \cdot 10^{-17}$
		SnS	$1,3 \cdot 10^{-15}$
			$1 \cdot 10^{-37}$
			$1,0 \cdot 10^{-23}$

$Sr_3(AsO_4)_2$	$1,3 \cdot 10^{-18}$	$TiClO_4$	$4 \cdot 10^{-2}$
$SrCO_3$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	TiN_3	$2,2 \cdot 10^{-4}$
SrC_2O_4	$5,6 \cdot 10^{-8}$	$Ti(OH)_3$	$6,3 \cdot 10^{-46}$
$SrCrO_4$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	Ti_3PO_4	$6,7 \cdot 10^{-8}$
SrF_2	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$TiReO_4$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
$Sr(IO_3)_2$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	Ti_2S	$5,0 \cdot 10^{-21}$
$SrMnO_4$	$2 \cdot 10^{-7}$	$TiSCN$	$1,7 \cdot 10^{-4}$
$Sr(OH)_2$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	Ti_2SO_3	$6,3 \cdot 10^{-4}$
$Sr_3(PO_4)_2$	$1 \cdot 10^{-31}$	Ti_2SO_4	$4 \cdot 10^{-3}$
$SrSO_3$	$4 \cdot 10^{-8}$	$Ti_2S_2O_3$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
$SrSO_4$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$Zn_3(AsO_4)_2$	$1,07 \cdot 10^{-27}$
$SrSeO_3$	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$Zn(CN)_2$	$2,6 \cdot 10^{-13}$
$SrSiF_6$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$ZnCO_3$	$1,45 \cdot 10^{-11}$
$SrWO_4$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	ZnC_2O_4	$1,5 \cdot 10^{-9}$
Tl_2CrO_4	$9,8 \cdot 10^{-13}$	$Zn(IO_3)_2$	$2,0 \cdot 10^{-8}$
TlI	$6,5 \cdot 10^{-8}$	$Zn(OH)_2(Zn^{2+}, 2OH^-)$ ($ZnOH^+, OH^-$)	$7,1 \cdot 10^{-18}$
$TlIO_3$	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$Zn_3(PO_4)_2$	$1,8 \cdot 10^{-13}$
$Ti(OH)_4 (Ti^{4+}, 4OH^-)$	$6,3 \cdot 10^{-52}$	ZnS (сфалерит)	$9,1 \cdot 10^{-33}$
$TlBr$	$3,9 \cdot 10^{-6}$	ZnS (вурицит)	$1,6 \cdot 10^{-24}$
$TlBrO_3$	$3,89 \cdot 10^{-4}$	$ZnSe$	$2,5 \cdot 10^{-22}$
Tl_2CO_3	$4 \cdot 10^{-3}$	$ZnSeO_3$	$1 \cdot 10^{-31}$
$Tl_2C_2O_4$	$2 \cdot 10^{-4}$		$2,57 \cdot 10^{-7}$
$TlCl$	$1,7 \cdot 10^{-4}$		

Кейбір иондардың активтік коэффициенттері

Иондар	Ерітінділердің иондық күші							
	0,0005	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
Активтік коэффициенттер								
H^+	0,975	0,967	0,950	0,933	0,914	0,88	0,86	0,83
Li^+	0,975	0,965	0,948	0,929	0,907	0,87	0,835	0,80
$Rb^+, Cs^+, NH_4^+, Ag^+, Tl^+$	0,975	0,964	0,945	0,924	0,898	0,85	0,80	0,75
$K^+, Cl^-, Br^-, I^-, CN^-, NO_2^-, NO_3^-$	0,975	0,964	0,945	0,925	0,899	0,85	0,805	0,755
$OH^-, F^-, HS^-, ClO_3^-, ClO_4^-, BrO_3^-, IO_4^-, MnO_4^-, OCN^-, SCN^-$	0,975	0,964	0,946	0,926	0,900	0,855	0,81	0,76
$Na^+, CdCl^+, ClO_2^-, IO_3^-, HCO_3^-, H_2PO_4^-, HSO_3^-, H_2AsO_3^-$	0,975	0,964	0,947	0,928	0,902	0,86	0,82	0,775

Hg ²⁺ , SO ₄ ²⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻ , S ₄ O ₆ ²⁻ , S ₂ O ₈ ²⁻ , SeO ₄ ²⁻ , CrO ₄ ²⁻ , HPO ₄ ²⁻	0,903	0,867	0,803	0,740	0,660	0,545	0,445	0,355
Pb ²⁺ , CO ₃ ²⁻ , MoO ₄ ²⁻ , SO ₃ ²⁻	0,903	0,868	0,805	0,742	0,665	0,55	0,455	0,37
Sr ²⁺ , Ba ²⁺ , Ra ²⁺ , Cd ²⁺ , Hg ²⁺ , S ²⁻ , S ₂ O ₄ ²⁻ , WO ₄ ²⁻	0,903	0,868	0,805	0,744	0,67	0,555	0,465	0,38
Ca ²⁺ , Cu ²⁺ , Zn ²⁺ , Sn ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Ni ²⁺ , Co ²⁺	0,905	0,870	0,809	0,749	0,675	0,57	0,485	0,405
Mg ²⁺ , Be ²⁺	0,906	0,872	0,813	0,755	0,69	0,595	0,52	0,45
PO ₄ ³⁻ , [Fe(CN) ₆] ³⁻	0,796	0,725	0,612	0,505	0,395	0,25	0,16	0,095
Al ³⁺ , Fe ³⁺ , Cr ³⁺ , Sc ³⁺ , Y ³⁺ , La ³⁺ , In ³⁺ , Ce ³⁺ , Pr ³⁺ , Nd ³⁺ , Sm ³⁺	0,802	0,738	0,632	0,54	0,445	0,325	0,245	0,18
[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	0,668	0,57	0,425	0,31	0,20	0,10	0,048	0,021
Th ⁴⁺ , Zr ⁴⁺ , Ce ⁴⁺ , Sn ⁴⁺	0,678	0,588	0,455	0,35	0,255	0,155	0,10	0,065
HCOO ⁻	0,975	0,964	0,946	0,926	0,900	0,855	0,81	0,76
CH ₃ COO ⁻	0,975	0,964	0,947	0,928	0,902	0,86	0,82	0,775
C ₆ H ₅ COO ⁻	0,975	0,965	0,948	0,929	0,907	0,87	0,835	0,80
(COO) ₂ ²⁻	0,903	0,867	0,804	0,741	0,662	0,55	0,45	0,36

ЕРГІНДІЛЕРДІҢ ТЫҒЫЗДЫҚТАРЫ МЕН КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫ

1. Азот қышқылы ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	HNO ₃ концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	HNO ₃ концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,3296	0,05231	1,240	39,02	7,679
1,005	1,255	0,2001	1,245	39,80	7,863
1,010	2,164	0,3468	1,250	40,58	8,049
1,015	3,073	0,4950	1,255	41,36	8,237
1,020	3,982	0,6445	1,260	42,14	8,426
1,025	4,883	0,7943	1,265	42,92	8,616
1,030	5,784	0,9454	1,270	43,70	8,808
1,035	6,661	1,094	1,275	44,48	9,001
1,040	7,530	1,243	1,280	45,27	9,195
1,045	8,398	1,393	1,285	46,06	9,394
1,050	9,259	1,543	1,290	46,85	9,590
1,055	10,12	1,694	1,295	47,63	9,789
1,060	10,97	1,845	1,300	48,42	9,990
1,065	11,81	1,997	1,305	49,21	10,19
1,070	12,65	2,148	1,310	50,00	10,39
1,075	13,48	2,301	1,315	50,85	10,61
1,080	14,31	2,453	1,320	51,71	10,83

1,085	15,13	2,605	1,325	52,56	11,05
1,090	15,95	2,759	1,330	53,41	11,27
1,095	16,76	2,913	1,335	54,27	11,49
1,100	17,58	3,068	1,340	55,13	11,72
1,105	18,39	3,224	1,345	56,04	11,96
1,110	19,19	3,381	1,350	56,95	12,20
1,115	20,00	3,539	1,355	57,87	12,44
1,120	20,79	3,696	1,360	56,95	12,20
1,125	21,59	3,854	1,365	59,69	12,93
1,130	22,38	4,012	1,370	60,67	13,19
1,135	23,16	4,171	1,375	61,69	13,46
1,140	23,94	4,330	1,380	62,70	13,73
1,145	24,71	4,489	1,385	63,72	14,01
1,150	25,48	4,649	1,390	64,74	14,29
1,155	26,24	4,810	1,395	65,84	14,57
1,160	27,00	4,970	1,400	66,97	14,88
1,165	27,76	5,132	1,405	68,10	15,18
1,170	28,51	5,293	1,410	69,23	15,49
1,175	29,25	5,455	1,415	70,39	15,81
1,180	30,00	5,618	1,420	71,63	16,14
1,185	30,74	5,780	1,425	72,86	16,47
1,190	31,47	5,943	1,430	74,09	16,81
1,195	32,21	6,107	1,435	75,35	17,16
1,200	32,94	6,273	1,440	76,71	17,53
1,205	33,68	6,440	1,445	78,07	17,90
1,210	34,41	6,607	1,450	79,43	18,28
1,215	35,16	6,778	1,455	80,88	18,68
1,220	35,93	6,956	1,460	82,39	19,09
1,225	36,70	7,135	1,465	83,91	19,51
1,230	37,48	7,315	1,470	85,50	19,95
1,235	38,25	7,497	1,475	87,29	20,43
1,480	89,07	20,92	1,505	97,99	23,40
1,485	91,13	21,48	1,506	98,25	23,48
1,490	93,49	22,11	1,507	98,50	23,56
1,495	95,46	22,65	1,508	98,76	23,63
1,500	96,73	23,02	1,509	99,01	23,71
1,501	96,98	23,10	1,510	99,26	23,79
1,502	97,23	23,18	1,511	99,52	23,86
1,503	97,49	23,25	1,512	99,77	23,94
1,504	97,74	23,33	1,513	100,00	24,01

2. Күкірт қышқылы ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	H ₂ SO ₄ концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	H ₂ SO ₄ концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,2609	0,02660	1,200	27,72	3,391
1,005	0,9856	0,1010	1,205	28,33	3,481
1,010	1,731	0,1783	1,210	28,95	3,572
1,015	2,485	0,2575	1,215	29,57	3,663
1,020	3,242	0,3372	1,220	30,18	3,754
1,025	4,000	0,4180	1,225	30,79	3,846
1,030	4,746	0,4983	1,230	31,40	3,938
1,035	5,493	0,5796	1,235	32,01	4,031
1,040	6,237	0,6613	1,240	32,61	4,123
1,045	6,956	0,7411	1,245	33,22	4,216
1,050	7,704	0,8250	1,250	33,82	4,310
1,055	8,415	0,9054	1,255	34,42	4,404

1,060	9,129	0,9865	1,260	35,01	4,498
1,065	9,843	1,066	1,265	35,60	4,592
1,070	10,56	1,152	1,270	36,19	4,686
1,075	11,26	1,235	1,275	36,78	4,781
1,080	11,96	1,317	1,280	37,36	4,876
1,085	12,66	1,401	1,285	37,95	4,972
1,090	13,36	1,484	1,290	38,53	5,068
1,095	14,04	1,567	1,295	39,10	5,163
1,100	14,73	1,652	1,300	39,68	5,259
1,105	15,41	1,735	1,305	40,25	5,356
1,110	16,08	1,820	1,310	40,82	5,452
1,115	16,76	1,905	1,315	41,39	5,549
1,120	17,43	1,990	1,320	41,95	5,646
1,125	18,09	2,075	1,325	42,51	5,743
1,130	18,76	2,161	1,330	43,07	5,840
1,135	19,42	2,247	1,335	43,62	5,938
1,140	20,08	2,334	1,340	44,17	6,035
1,145	20,73	2,420	1,345	44,72	6,132
1,150	21,38	2,507	1,350	45,26	6,229
1,155	22,03	2,594	1,355	45,80	6,327
1,160	22,67	2,681	1,360	46,33	6,424
1,165	23,31	2,768	1,365	46,86	6,522
1,170	23,95	2,857	1,370	47,39	6,620
1,175	24,58	2,945	1,375	47,92	6,718
1,180	25,21	3,033	1,380	48,45	6,817
1,185	25,84	3,122	1,385	48,97	6,915
1,190	26,47	3,211	1,390	49,48	7,012
1,195	27,10	3,302	1,395	49,99	7,110
1,400	50,50	7,208	1,650	73,37	12,34
1,405	51,01	7,307	1,655	73,80	12,45
1,410	51,52	7,406	1,660	74,22	12,56
1,415	52,02	7,505	1,665	74,64	12,67
1,420	52,51	7,603	1,670	75,07	12,78
1,425	53,01	7,702	1,675	75,49	12,89
1,430	53,50	7,801	1,680	75,92	13,00
1,435	54,00	7,901	1,685	76,34	13,12
1,440	54,49	8,000	1,690	76,77	13,23
1,445	54,97	8,099	1,695	77,20	13,34
1,450	55,45	8,198	1,700	77,63	13,46
1,455	55,93	8,297	1,705	78,06	13,57
1,460	56,41	8,397	1,710	78,49	13,69
1,465	56,89	8,497	1,715	78,93	13,80
1,470	57,36	8,598	1,720	79,37	13,92
1,475	57,84	8,699	1,725	79,81	14,04
1,480	58,31	8,799	1,730	80,25	14,16
1,485	58,78	8,899	1,735	80,70	14,28
1,490	59,24	9,000	1,740	81,16	14,40
1,495	59,70	9,100	1,745	81,62	14,52
1,500	60,17	9,202	1,750	82,09	14,65
1,505	60,62	9,303	1,755	82,57	14,78
1,510	61,08	9,404	1,760	83,06	14,90
1,515	61,54	9,506	1,765	83,57	15,04
1,520	62,00	9,608	1,770	84,08	15,17
1,525	62,45	9,711	1,775	84,61	15,31
1,530	62,91	9,813	1,780	85,16	15,46
1,535	63,36	9,916	1,785	85,74	15,61
1,540	63,81	10,02	1,790	86,35	15,76
1,545	64,26	10,12	1,795	86,99	15,92
1,550	64,71	10,23	1,800	87,69	16,09

1,555	65,15	10,33	1,805	88,43	16,27
1,560	65,59	10,43	1,810	89,23	16,47
1,565	66,03	10,54	1,815	90,12	16,68
1,570	66,47	10,64	1,820	91,11	16,91
1,575	66,91	10,74	1,821	91,33	16,96
1,580	67,35	10,85	1,822	91,56	17,01
1,585	67,79	10,96	1,823	91,78	17,06
1,590	68,23	11,06	1,824	92,00	17,11
1,595	68,66	11,16	1,825	92,25	17,17
1,600	69,09	11,27	1,826	92,51	17,22
1,605	69,53	11,38	1,827	92,77	17,28
1,610	69,96	11,48	1,828	93,03	17,34
1,615	70,39	11,59	1,829	93,33	17,40
1,620	70,82	11,70	1,830	93,64	17,47
1,625	71,25	11,80	1,831	93,94	17,54
1,630	71,67	11,91	1,832	94,32	17,62
1,635	72,09	12,02	1,833	94,72	17,70
1,640	72,52	12,13	1,834	95,12	17,79
1,645	72,95	12,24	1,835	95,72	17,91

3. Хлорсутек қышқылы ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	HCl концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	HCl концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,3600	0,09872	1,105	21,36	6,472
1,005	1,360	0,3748	1,110	22,33	6,796
1,010	2,364	0,6547	1,115	23,29	7,122
1,015	3,374	0,9391	1,120	24,25	7,449
1,020	4,388	1,227	1,125	25,22	7,782
1,025	5,408	1,520	1,130	26,20	8,118
1,030	6,433	1,817	1,135	27,18	8,459
1,035	7,464	2,118	1,140	28,18	8,809
1,040	8,490	2,421	1,145	29,17	9,159
1,045	9,510	2,725	1,150	30,14	9,505
1,050	10,52	3,029	1,155	31,14	9,863
1,055	11,52	3,333	1,160	32,14	10,22
1,060	12,51	3,638	1,165	33,16	10,59
1,065	13,50	3,944	1,170	34,18	10,97
1,070	14,49	4,253	1,175	35,20	11,34
1,075	15,48	4,565	1,180	36,23	11,73
1,080	16,47	4,878	1,185	37,27	12,11
1,085	17,45	5,192	1,190	38,32	12,50
1,090	18,43	5,509	1,195	39,37	12,90
1,095	19,41	5,829	1,198	40,00	13,14
1,100	20,39	6,150			

4. Фосфор қышқылы ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	H ₃ PO ₄ концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	H ₃ PO ₄ концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,296	0,030	1,105	18,68	2,105
1,005	1,222	0,1253	1,110	19,46	2,204
1,010	2,148	0,2214	1,115	20,25	2,304
1,015	3,074	0,3184	1,120	21,03	2,403

1,020	4,000	0,4164	1,125	21,80	2,502
1,025	4,926	0,5152	1,130	22,56	2,602
1,030	5,836	0,6134	1,135	23,32	2,702
1,035	6,745	0,7124	1,140	24,07	2,800
1,040	7,643	0,8110	1,145	24,82	2,900
1,045	8,536	0,911	1,150	25,57	3,000
1,050	9,429	1,010	1,155	26,31	3,101
1,055	10,32	1,111	1,160	27,05	3,203
1,060	11,19	1,210	1,165	27,78	3,304
1,065	12,06	1,311	1,170	28,51	3,404
1,070	12,92	1,411	1,175	29,23	3,505
1,075	13,76	1,510	1,180	29,94	3,606
1,080	14,60	1,609	1,185	30,65	3,707
1,085	15,43	1,708	1,190	31,35	3,806
1,090	16,26	1,807	1,195	32,05	3,908
1,095	17,07	1,906	1,200	32,75	4,010
1,100	17,87	2,005	1,205	33,44	4,112
1,210	34,13	4,215	1,500	68,10	10,42
1,215	34,82	4,317	1,505	68,60	10,53
1,220	35,50	4,420	1,510	69,09	10,64
1,225	36,17	4,522	1,515	69,58	10,76
1,230	36,84	4,624	1,520	70,07	10,86
1,235	37,51	4,727	1,525	70,56	10,98
1,240	38,17	4,829	1,530	71,04	11,09
1,245	38,83	4,932	1,535	71,52	11,2
1,250	39,49	5,036	1,540	72,00	11,32
1,255	40,14	5,140	1,545	72,48	11,42
1,260	40,79	5,245	1,550	72,95	11,53
1,265	41,44	5,350	1,555	73,42	11,65
1,270	42,09	5,454	1,560	73,89	11,76
1,275	42,73	5,559	1,565	74,36	11,88
1,280	43,37	5,655	1,570	74,83	11,99
1,285	44,00	5,771	1,575	75,30	12,11
1,290	44,63	5,875	1,580	75,76	12,22
1,295	45,26	5,981	1,585	76,22	12,33
1,300	45,88	6,087	1,590	76,68	12,45
1,305	46,49	5,191	1,595	77,14	12,56
1,310	47,10	6,296	1,600	77,60	12,67
1,315	47,70	6,400	1,605	78,05	12,78
1,320	48,30	6,506	1,610	78,50	12,90
1,325	48,89	6,610	1,615	78,95	13,01
1,330	49,48	6,716	1,620	79,40	13,12
1,335	50,07	6,822	1,625	79,85	13,24
1,340	50,66	6,928	1,630	80,30	13,36
1,345	51,25	7,034	1,635	80,75	13,48
1,350	51,84	7,141	1,640	81,20	13,59
1,355	52,42	7,247	1,645	81,64	13,71
1,360	53,00	7,355	1,650	82,08	13,82
1,365	53,57	7,463	1,655	82,52	13,94
1,370	54,14	7,570	1,660	82,96	14,06
1,375	54,71	7,678	1,665	83,39	14,17
1,380	55,28	7,784	1,670	83,82	14,29
1,385	55,85	7,894	1,675	84,25	14,40
1,390	56,42	8,004	1,680	84,68	14,52
1,395	56,98	8,112	1,685	85,11	14,63
1,400	57,54	8,221	1,690	85,54	14,75
1,405	58,09	8,328	1,695	85,96	14,87
1,410	58,64	8,437	1,700	86,38	14,98
1,415	59,19	8,547	1,705	86,80	15,10

1,420	59,74	8,658	1,710	87,22	15,22
1,425	60,29	8,766	1,715	87,64	15,33
1,430	60,84	8,878	1,720	88,06	15,45
1,435	61,38	8,989	1,725	88,48	15,57
1,440	61,92	9,099	1,730	88,90	15,70
1,445	62,45	9,208	1,735	89,31	15,81
1,450	62,98	9,322	1,740	89,72	15,93
1,455	63,51	9,432	1,745	90,13	16,04
1,460	64,03	9,541	1,750	90,54	16,16
1,465	64,55	9,651	1,755	90,95	16,29
1,470	65,07	9,761	1,760	91,36	16,41
1,475	65,58	9,870	1,765	91,77	16,53
1,480	66,09	9,982	1,770	92,17	16,65
1,485	66,60	10,09	1,775	92,57	16,77
1,490	67,10	10,21	1,780	92,97	16,89
1,495	67,60	10,31	1,785	93,37	17,00
1,790	93,77	17,13	1,835	97,32	18,23
1,795	94,17	17,25	1,840	97,71	18,34
1,800	94,57	17,37	1,845	98,10	18,47
1,805	94,97	17,56	1,850	98,48	18,60
1,810	95,37	17,62	1,855	98,86	18,72
1,815	95,76	17,74	1,860	99,24	18,84
1,820	96,15	17,85	1,865	99,62	18,96
1,825	96,54	17,98	1,870	100,00	19,08
1,830	96,93	18,01			

5. Сірке қышқылы ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	CH ₃ COOH концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	CH ₃ COOH концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	1,20	0,200	1,050	40,2	7,03
1,005	4,64	0,777	1,055	46,9	8,24
1,010	8,14	1,37	1,060	53,4	9,43
1,015	11,7	1,98	1,065	61,4	10,9
1,020	15,4	2,61	1,070	77-79	13,7-14,1
1,025	19,2	3,27	1,065	91,2	16,2
1,030	23,1	3,96	1,060	95,4	16,8
1,035	27,2	4,68	1,055	98,0	17,2
1,040	31,6	5,46	1,050	99,9	17,5
1,045	36,2	6,30			

6. Калий гидроксиді ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	KOH концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	KOH концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,197	0,0351	1,110	12,08	2,39
1,005	0,743	0,133	1,115	12,61	2,51
1,010	1,295	0,233	1,120	13,14	2,62
1,015	1,84	0,333	1,125	13,66	2,74
1,020	2,38	0,4335	1,130	14,19	2,86
1,025	2,93	0,536	1,135	14,705	2,975
1,030	3,48	0,6395	1,140	15,22	3,09
1,035	4,03	0,744	1,145	15,74	3,21
1,040	4,58	0,848	1,150	16,26	3,33

1,045	5,12	0,954	1,155	16,78	3,45
1,050	5,66	1,06	1,160	17,29	3,58
1,055	6,20	1,17	1,165	17,81	3,70
1,060	6,74	1,27	1,170	18,32	3,82
1,065	7,28	1,38	1,175	18,84	3,945
1,070	7,82	1,49	1,180	19,35	4,07
1,075	8,36	1,60	1,185	19,86	4,195
1,080	8,89	1,71	1,190	20,37	4,32
1,085	9,43	1,82	1,195	20,88	4,45
1,090	9,96	1,94	1,200	21,38	4,57
1,095	10,49	2,05	1,205	21,88	4,70
1,100	11,03	2,15	1,210	22,38	4,83
1,105	11,56	2,28	1,215	22,88	4,955
1,220	23,38	5,08	1,380	38,56	9,48
1,225	23,87	5,21	1,385	39,01	9,63
1,230	24,37	5,34	1,390	39,46	9,78
1,235	24,86	5,47	1,395	39,92	9,93
1,240	25,36	5,60	1,400	40,37	10,07
1,245	25,85	5,74	1,405	40,82	10,22
1,250	26,34	5,87	1,410	41,26	10,37
1,255	26,83	6,00	1,415	41,71	10,52
1,260	27,32	6,135	1,420	42,155	10,67
1,265	27,80	6,27	1,425	42,60	10,82
1,270	28,29	6,40	1,430	43,04	10,97
1,275	28,77	6,54	1,435	43,48	11,12
1,280	29,25	6,67	1,440	43,92	11,28
1,285	29,73	6,81	1,445	44,36	11,42
1,290	30,21	6,95	1,450	44,79	11,58
1,295	30,68	7,08	1,455	45,23	11,73
1,300	31,15	7,22	1,460	45,66	11,88
1,305	31,62	7,36	1,465	46,095	12,04
1,310	32,09	7,49	1,470	46,53	12,19
1,315	32,56	7,63	1,475	46,96	12,35
1,320	33,03	7,77	1,480	47,39	12,50
1,325	33,50	7,91	1,485	47,82	12,66
1,330	33,97	8,05	1,490	48,25	12,82
1,335	34,43	8,19	1,495	48,675	12,97
1,340	34,90	8,335	1,500	49,10	13,13
1,345	35,36	8,48	1,505	49,53	13,29
1,350	35,82	8,62	1,510	49,95	13,45
1,355	36,28	8,76	1,515	50,38	13,60
1,360	36,735	8,905	1,520	50,80	13,76
1,365	37,19	9,05	1,525	51,22	13,92
1,370	37,65	9,19	1,530	51,64	14,08
1,375	38,105	9,34	1,535	52,05	14,24

7. Натрий гидроксиді ерігінділері

Тығыздық (20 °C, г/см ³)	NaOH концентрациясы		Тығыздық (20 °C, г/см ³)	NaOH концентрациясы	
	ерігіннің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерігіннің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	1,059	0,0398	1,085	7,83	2,123
1,005	0,602	0,151	1,090	8,28	2,257
1,010	1,045	0,264	1,095	8,74	2,391
1,015	1,49	0,378	1,100	9,19	2,527
1,020	1,94	0,494	1,105	9,645	2,664
1,025	2,39	0,611	1,110	10,10	2,802
1,030	2,84	0,731	1,115	10,555	2,942

1,035	3,29	0,851	1,120	11,01	3,082
1,040	3,745	0,971	1,125	11,46	3,224
1,045	4,20	1,097	1,130	11,92	3,367
1,050	4,655	1,222	1,135	12,37	3,510
1,055	5,11	1,347	1,140	12,83	3,655
1,060	5,56	1,474	1,145	13,28	3,801
1,065	6,02	1,602	1,150	13,73	3,947
1,070	6,47	1,731	1,155	14,18	4,095
1,075	6,93	1,862	1,160	14,64	4,244
1,080	7,38	1,992	1,165	15,09	4,395
1,170	15,54	4,545	1,355	32,58	11,03
1,175	15,99	4,697	1,360	33,06	11,24
1,180	16,44	4,850	1,365	33,54	11,45
1,185	16,89	5,004	1,370	34,03	11,65
1,190	17,345	5,160	1,375	34,52	11,86
1,195	17,80	5,317	1,380	35,01	12,08
1,200	18,255	5,476	1,385	35,505	12,29
1,205	18,71	5,636	1,390	36,00	12,51
1,210	19,16	5,796	1,395	36,495	12,73
1,215	19,62	5,958	1,400	36,99	12,95
1,220	20,07	6,122	1,405	37,49	13,17
1,225	20,53	6,286	1,410	37,99	13,39
1,230	20,98	6,451	1,415	38,49	13,61
1,235	21,44	6,619	1,420	38,99	13,84
1,240	21,90	6,788	1,425	39,495	14,07
1,245	22,36	6,958	1,430	40,00	14,30
1,250	22,82	7,129	1,435	40,515	14,53
1,255	23,275	7,302	1,440	41,03	14,77
1,260	23,73	7,475	1,445	41,55	15,01
1,265	24,19	7,650	1,450	42,07	15,25
1,270	24,645	7,824	1,455	42,59	15,49
1,275	25,10	8,000	1,460	43,12	15,74
1,280	25,56	8,178	1,465	43,64	15,98
1,285	26,02	8,357	1,470	44,17	16,23
1,290	26,48	8,539	1,475	44,695	16,48
1,295	26,94	8,722	1,480	45,22	16,73
1,300	27,41	8,906	1,485	45,75	16,98
1,305	27,87	9,092	1,490	46,27	17,23
1,310	28,33	9,278	1,495	46,80	17,49
1,315	28,80	9,466	1,500	47,33	17,75
1,320	29,26	9,656	1,505	47,85	18,00
1,325	29,73	9,847	1,510	48,38	18,26
1,330	30,20	10,04	1,515	48,905	18,52
1,335	30,67	10,23	1,520	49,44	18,78
1,340	31,14	10,43	1,525	49,97	19,05
1,345	31,62	10,63	1,530	50,50	19,31
1,350	32,10	10,83			

8. Аммиак ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	NH ₃ концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	NH ₃ концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
0,998	0,0465	0,0273	0,970	6,75	3,84
0,996	0,512	0,299	0,968	7,26	4,12
0,994	0,977	0,570	0,966	7,77	4,41
0,992	1,43	0,834	0,964	8,29	4,69
0,990	1,89	1,10	0,962	8,802	4,98

0,988	2,35	1,365	0,960	9,34	5,27
0,986	2,82	1,635	0,958	9,87	5,55
0,984	3,30	1,91	0,956	10,405	5,84
0,982	3,78	2,18	0,954	10,95	6,13
0,980	4,27	2,46	0,952	11,49	6,42
0,978	4,76	2,73	0,950	12,03	6,71
0,976	5,25	3,01	0,948	12,58	7,00
0,974	5,75	3,29	0,946	13,14	7,29
0,972	6,25	3,57	0,944	13,71	7,60
0,942	14,29	7,91	0,910	24,03	12,84
0,940	14,88	8,21	0,908	24,68	13,16
0,938	15,47	8,52	0,906	25,33	13,48
0,936	16,06	8,83	0,904	26,00	13,80
0,934	16,65	9,13	0,902	26,67	14,12
0,932	17,24	9,44	0,900	27,33	14,44
0,930	17,85	9,75	0,898	28,00	14,76
0,928	18,45	10,06	0,896	28,67	15,08
0,926	19,06	10,37	0,894	29,33	15,40
0,924	19,67	10,67	0,892	30,00	15,71
0,922	20,27	10,97	0,890	30,685	16,04
0,920	20,88	11,28	0,888	31,37	16,36
0,918	21,50	11,59	0,886	32,09	16,69
0,916	22,125	11,90	0,884	32,84	17,05
0,914	22,75	12,21	0,882	33,595	17,40
0,912	23,39	12,52	0,880	34,35	17,75

9. Натрий карбонаты ерітінділері

Тығыздық (20 °С, г/см ³)	Na ₂ CO ₃ концентрациясы		Тығыздық (20 °С, г/см ³)	NaCO ₃ концентрациясы	
	ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л		ерітіндінің 100 г/г (% масс.)	моль/л
1,000	0,19	0,018	1,100	9,75	1,012
1,005	0,68	0,064	1,105	10,21	1,064
1,010	1,17	0,111	1,110	10,67	1,117
1,015	1,65	0,159	1,115	11,13	1,171
1,020	2,15	0,207	1,120	11,59	1,225
1,025	2,63	0,254	1,125	12,04	1,278
1,030	3,11	0,302	1,130	12,49	1,332
1,035	3,59	0,351	1,135	12,94	1,386
1,040	4,07	0,399	1,140	13,39	1,440
1,045	4,55	0,499	1,145	13,83	1,494
1,050	5,03	0,498	1,150	14,27	1,548
1,055	5,51	0,548	1,155	14,71	1,603
1,060	5,99	0,599	1,160	15,15	1,658
1,065	6,47	0,650	1,165	15,59	1,714
1,070	6,94	0,701	1,170	16,02	1,768
1,075	7,41	0,751	1,175	16,45	1,824
1,080	7,88	0,803	1,180	16,88	1,879
1,085	8,35	0,855	1,185	17,30	1,934
1,090	8,82	0,907	1,190	17,70	1,987
1,095	9,29	0,960			

Халықаралық өлшем жүйесінің кейбір негізгі атаулары мен өлшем бірліктері.

Атау	Өлшем бірлігі	Анықтама	Жазылу үлгісі мен мысалдары	Ескертулер
1. Элементтің салыстырмалы атомдық массасы	өлшемі жоқ	Элементтің салыстырмалы атомдық массасы A_r - оның атомының массасы көміртегі атомы массасының 1/12-нен неше есе артық екенін көрсетеді	$A_r(x)$ $A_r(\text{Pb}) = 207,2$	"Салыстырмалы атомдық масса" атауы "атомдық салмақ" және "атомдық масса" атаулары орнына енгізілген. $A_r(x)$ мөні сан жағынан x затының грамм-атомына тең.
2. Заттың салыстырмалы молекулалық массасы	өлшемі жоқ	Заттың салыстырмалы молекулалық массасы M_r - берілген зат молекула массасы 12 м.а.б. тең (C - 12) көміртегі атомы массасының 1/12-іне неше есе көп екенін көрсетеді.	$M_r(x)$ $M_r(\text{KCl}) = 74,6$ $M_r(\text{Cl}_2) = 71,0$	"Салыстырмалы молекулалық масса" атауы "молекулалық салмақ" және "молекулалық масса" атаулары орнына енгізілген. $M_r(x)$ мөні сан жағынан x затының грамм-моліне тең.
3 Зат мөлшері	моль (моль) миллимоль (ммоль) микромоль (мкмоль) киломоль (кмоль)	Моль - зат мөлшерінің өлшемі. Құрамында массалық саны 12-ге тең көміртек изотопынан 0,012 кг-да қанша атомдар болса, бірлігі (атом, ион) болса, сонша құрылымдық бірлігі болатын заттардың мөлшеріне тең. Зат мөлшері бірлігі ретінде мольді қолданғанда қандай нақты және шартты бөлшектер екендігі анық көрсетілуі керек.	$\nu(x)$ $\nu(\text{HNO}_3) = 2$ моль $\nu(\text{K}^+) = 4$ моль $\nu(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5$ моль	Нақты бөлшектер ретінде атомдарды, иондарды, молекулаларды, радикалдарды, электрондарды және т.б. түсіну керек, ал шартты бөлшектер ретінде - мысалы, қышқылдық ортада жүретін тотығу-тотықсыздану реакциясы барысында KMnO_4 молекуласының 1/5 бөлігі. Саннан кейін және кесте атауларында моль сөзін септеуге болмайды.
4 Мольдік масса	кг/моль г/моль	Мольдік масса $M(x)$ - заттың бір мөлінің массасы. Мольдік масса - зат массасының ($m(x)$) сол заттың мөлімен	$M(x) = \frac{M(x)}{\nu(x)}$ $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142$ г/моль	"Мольдік масса" атауын қолданғанда мольдік массасы анықталатын бөлшектің түрі ескерілуі керек.

Атау	Өлшем бірлігі	Анықтама	Жазылу үлгісі мен мысалдары	Ескертулер
Берілген мөлшеріне қатынасы.			$M(\text{Ca}^{2+}) = 40 \text{ г/моль}$ $M(\text{H}) = 0,00108 \text{ кг/моль}$	
5. Эквиваленттік фактор	өлшемі жоқ	Қышқыл-негіздік реакцияның бір сутек ионына немесе тотығу-тотықсыздану реакциясының бір электронына эквивалентті x заттың нақты бөлшектерінің үлесін көрсететін сан. Эквиваленттік фактор бірге тең немесе бірден кем болуы мүмкін.	$f_{\text{экв}}(x)$ $f_{\text{экв}}(\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_7) = 1/6$ (қышқылдық орта) Реакцияға байланысты $f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$ $f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$	Эквиваленттік фактор берілген реакциясының стехиометриясы негізінде есептелінеді. Реакция міндетті түрде көрсетілуі керек.
6. Эквивалент	өлшемі жоқ	Қышқыл-негіздік реакцияның бір сутек ионына немесе тотығу-тотықсыздану реакциясының бір электронына эквивалентті x заттың нақты немесе шартты бөлшегі.	$f_{\text{экв}}(x) \cdot x$ $f_{\text{экв}}(\text{KMnO}_4) \cdot \text{KMnO}_4 = 1/5 \text{ KMnO}_4$ (қышқылдық орта)	"Эквивалент" ұғымы соңымен қатар, ион алмасу реакцияларында, электроаналитикалық әдістер реакцияларында таралады.
7. Эквиваленттің мольдік массасы	кг/моль г/моль	Эквиваленттің мольдік массасы - осы заттың бір моль эквивалентінің массасы, x заттың мольдік массасының эквиваленттік факторына көбейтіндісіне тең.	$M(f_{\text{экв}}(x)) = f_{\text{экв}}(x) \cdot M(x)$ $M(1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1/2 M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 45,02 \text{ г/моль}$	Эквиваленттің мольдік массасы x заттың бұрынғы грамм-эквивалентіне тең.
8. Эквиваленттің зат мөлшері	моль ммоль кмоль	Бөлшекті эквивалентті болып табылатын зат мөлшері (моль түрінде).	$n(f_{\text{экв}}(x) \cdot x)$ $n(1/2 \text{Ca}^{2+}) = 0,5 \text{ моль}$ $(\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{HCl}$ ерітіндісімен өрекеттескенде)	
9. Мольдік концентрация	моль/м ³ моль/дм ³	Мольдік концентрация C_m - еріген зат мөлшерінің ерітіндісіне тең.	$C_m(x) = \frac{v(x) \cdot \rho(x)}{V} = \frac{m(x)}{M(x) \cdot V}$	"Молярлық" атауы ұсынылмайды. "Мольдік" атауы сақталады.

Атау	Өлшем бірлігі	Анықтама	Жазылу үлгісі мен мысалдары	Ескертулер
	моль/см ³ моль/л моль/мл	дiнiң көлемiне қатынасына тең шама.	$C_M(H^+) = 10^{-3}$ моль/л $C_M(H_2SO_4) = 0,2$ моль/дм ³ $C_M(KMnO_4) = 0,05M$	(Мысалы, бiр мольдiк HCl ерiтiндiсi). Моль/дм ³ немесе моль/л немесе моль/л қатар M белгiлеуi қолданылады. (Мысалы, 1M HCl).
10. Эквиваленттiң мольдiк концентрациясы	моль/дм ³ моль/см ³ моль/л моль/мл моль/м ³	Эквиваленттiң мольдiк конден-трациясы - жүйедегi (мысалы, ерiтiнде) эквиваленттiң зат мөлшерiнiң осы жүйенiң V көлемiне қатынасы.	$C_n(f_{экв}(x))(x) = \frac{V}{\rho(f_{экв}(x))}$ $C_n(1/5KMnO_4) = 0,2$ моль/дм ³ не $C_n(1/5KMnO_4) = 0,2n$ (қышқылдық орта) $C_n(1/2H_2SO_4) = 3n$. (қышқыл-негiздiк реакцияларда).	ИЮПАК ұсынысы бойынша x заты-ның 1 моль эквиваленттiңiң 1 дм ³ немесе 1 л ерiтiндiсiн осы заттың "нормальды" ерiтiндiсi деп атайды. моль/дм ³ немесе моль/л өлшем бiрлiктерi орнына қысқаша пайдалануға н. деп қысқартуға рұқсат етiлген. Мысалы, 1n. H ₂ SO ₄ дегенiмiз H ₂ SO ₄ молекуласының 1 моль/л 1/2-i. Нормальды концентрацияны көрсеткенде мiндеттi түрде осы нормальды ерiтiндi қолданылатын нақты реакцияны беру қажет. "Нормальдылық" атауы қолданылуға ұсынылмайды.
11. Мольальдык	моль/кг	Ерiтiндiң мольальдығы - ерiген A зат мөлшерiнiң (моль түрiнде) ерiткiш B массасына m қатынасы.	$b(x) = \frac{v(x)}{m(b)}$ $b(адетон/су) = 0,02$ моль/кг $b(H_2SO_4/H_2O) = 0,1$ моль/кг	"Мольальдык" атауын изотермиялық емес жағдайларда жүретiн реакцияларда қолданған ынғайлы.
12. Массалык үлес		Заттың массалык үлесi (ω) элемент атомдары массасы молекулалык массаның қанша		Массалык үлестi бiрдiң үлесiмен, процентпен (%), промиллмен (мындаған бөлiк %) және

Атау	Өлшем бірлігі	Анықтама	Жазылу үлгісі мен мысалдары	Ескертулер
13. Мольдік үлес		Бөлігі екенін көрсетеді.		миллиондаған үлестермен (млн ⁻¹) көрсетуге болады.
14. Кольемдік үлес		Берілген жүйедегі компоненттің зат мөлшерінің (моль түрінде) осы жүйенің жалпы зат мөлшеріне (моль түрінде) қатынасы.		"Массалық үлес" атауындағы ескертуді қараңыз.
15. Массалық концентрациясы	кг/м ³ кг/дм ³ кг/см ³ г/дм ³ , г/л г/см ³ , г/мл	Жүйедегі компонент көлемінің осы жүйенің жалпы көлеміне қатынасы.		"Массалық үлес" атауындағы ескертуді қараңыз.
16. Титр	кг/см ³ г/см ³ , г/мл	Жүйедегі (ерітіндідегі) компонент массасының, осы жүйенің (ерітіндінің) массасына қатынасы.		Мольдік және массалық концентратцияларды процентпен белгілеу ұсынылмайды.
17. Ерітіндінің компонент бойынша анықталатын титрі	кг/см ³ г/см ³ г/мл	Титр - ерітіндінің 1 мл-де еріген заттың массасы.		

1. Основы аналитической химии в 2-х кн. [Учеб. для вузов / Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. - М.: Высш. шк., 1999
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: Высш. шк., 1989 - т. 1. 307 с.
3. Скут Д., Уэст Д. Основы аналитической химии в 2-х томах. М., 1979
4. Мусакин А.П. и др. Задачник по количественному анализу. 1972
5. Сборник вопросов и задач по аналитической химии / Васильев В.П., Калинина В.Е., Кочергина Л.А. и др. М.: Высш. шк., 1976. 215 с.
6. Меркушева С.А. Методика решения задач по аналитической химии. Минск: Высшэйшая школа, 1985. - 223 с.
7. Задачник по аналитической химии: Учеб. пособие для студ. хим.-тех. спец. Вузов. [Клещев Н.Ф., Алферов Е.А., Базалей Н.В. и др. - М.: Химия, 1993. - 221 с.
8. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. - М.: Мир. 2001. - 267 с.
9. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия. 1970. - 446 с.

МАЗМҰНЫ

1-тарау. Гомогенді жүйелердегі есептеулер	5
1.1. Ерітіндінің иондық күшін, иондардың активтік коэффициенттері мен активті жалпы концентрацияларын есептеу	5
1.2. Өрекеттесуші массалар заңын гомогенді тепе-теңдіктерде пайдалану	7
1.3. Тепе-теңдік константасын, концентрацияларды, иондану дәрежесін есептеу	8
1.4. Ерітінділерде материалдық баланс құрастыру және тепе-теңдік концентрацияларды есептеу	10
1.5. Ерітінділердегі $[H^+]$ -иондардың концентрациясы мен рН-ын есептеу	11
1.6. Комплексті қосылыстар ерітінділердегі тепе-теңдік	32
1.7. Тотығу-тотықсыздану реакциялары	38
2-тарау. Гетерогенді тепе-теңдік	
2.1. Ерігіштік константалары	51
2.2. Ерігіштікті есептеу	51
2.3. Суда нашар еритін қосылыстардың ерігіштік константасын (көбейтіндісін) есептеу	52
2.4. Атмас иондар қатысында суда нашар еритін қосылыстардың ерігіштігін есептеу	55
2.5. Тұнба түзілу жағдайын анықтау	57
2.6. Суда нашар еритін қосылыстардың қышқыл ерітінділерде ерігіштігін есептеу	62
2.7. Комплекс түзу реакцияларының ерігіштікке әсері	65
3-тарау. Гравиметрлік анализ	
3.1. Химиялық анализді орындау үшін алынатын үлгінің өлшендісін есептеу	80
3.2. Тұндырғыштар мен ерітінділердің массасын және көлемін есептеу	85
3.3. Тұнба жуу және оның шығынын есептеу	91
3.4. Гравиметрлік факторды есептеу	95
3.5. Гравиметрлік анализ нәтижелерін есептеу	96
3.6. Құрғақ затқа есептеулер	100
3.7. Жанама анализ	103
4-тарау. Титриметрлік анализ	107
4.1. Сандық анализде жиі пайдаланылатын концентрациялар	107
4.2. Қышқыл-негіздік титрлеу	111
4.3. Натрий гидроксиді, натрий гидрокарбонаты қоспаларының массасын және м.ү. есептеу	117
4.4. Кері титрлеу әдіспен анализ нәтижелерін есептеу	122

4.5. Қышқыл-негіздік титрлеуде ерітінділердің рН-ын есептеу	134
4.6. Судың кермектігін анықтау	137
4.7. Қышқыл-негіздік титрлеу қателіктерін есептеу	139
4.8. Тұндырып титрлеу әдісі	144
4.9. Комплексонометрлік титрлеу әдісі	156
4.10. Тотығу-тотықсыздану титрлеу	166
4.11. Анализ нәтижелерінің қателіктерін есептеп, оңдеу	180
Қосымша	191
Пайдаланылған әдебиет	217