

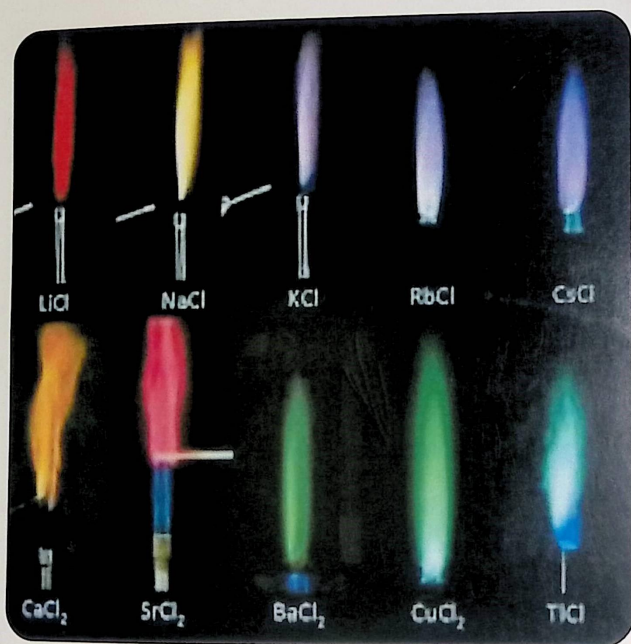
026.2
543
1-92

G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova

ANALITIK KIMYO

amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari

O'quv qo'llanma



086.2
543
1-92

c/p.

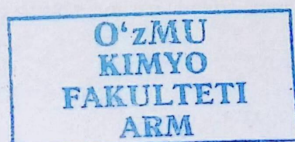
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova

ANALITIK KIMYO

amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari

O'QUV QO'LLANMA



Toshkent
«Tafakkur avlodi»
2023

UO'K: 543(075.8)

KBK: 24.4ya73

I - 91

Ixtiyarova, G.A.

Analitik kimyo: amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari [Matn]: o'quv qo'llanma / G.A. Ixtiyarova, M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova. – Toshkent: «Tafakkur avlodi», 2023. – 160 b.

ISBN 978-9943-9093-3-5

Ushbu "Analitik kimyo" fanidan tayyorlangan o'quv qo'llanma texnika ta'lim yo'nalishi "60720900" - "Neft va gaz sanoati texnologiyasi" ta'lim yo'nalishi talabalari uchun tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tuzilgan bo'lib, Davlat ta'lim standartlari talablariga to'la mos keladi. Mazkur o'quv qo'llanma hozirgi zamon darajasida, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga qo'yiladigan talablar asosida tayyorlangan. Ushbu o'quv qo'llanma talabalarni analitik kimyoviy jihatdan fikrlash qobiliyatini o'stirish, texnikada analitik kimyoviy qonunlarni qo'llash eksperimental metodlar bilan tanishtirishdek o'zining maqsadiga ega. O'quv qo'llanmaning har bir ishida qisqacha nazariy tushunchalar, amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur ma'lumotlar keltirilgan.

Taqrizchilar:

Mengliyev A.S.

Toshkent davlat texnika universiteti,
"Umumiy kimyo" kafedrasida dotsenti

Qutlimuradova N.X.

O'zbekiston Milliy Universiteti "Analitik
kimyo" kafedrasida k.f.d., dotsenti

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2022-yil 19-iyul sanasidagi 233-sonli buyrug'iga asosan o'quv
qo'llanma sifatida nashrga tavsiya etilgan.

UO'K: 543(075.8)

KBK: 24.4ya73

ISBN 978-9943-9093-3-5

© G.A. Ixtiyarova,
M.T. Aliyeva, Z.U. Ishmanova
© «Tafakkur avlodi», 2023

KIRISH

Bugungi kunda respublikamizda olib borilayotgan islohatlarning deyarli ko'pgina qismi ta'lim sohasiga va uning rivojlanishi salohiyati kadrlar yetishib chiqishiga qaratilgan. Chunki, mamlakatimizda ta'lim tizimi tubdan rivojlanmoqda, bu esa o'z navbatida ta'lim muassasalarining resurs, kadrlar va axborot bazalarini yanada mustahkamlash, o'quv tarbiya jarayonini o'quv qo'llanmalar yangi darsliklar, o'quv uslubiy majmualar, ilg'or pedagogik texnologiyalar bilan to'liq ta'minlashni talab etadi. Bu islohatlarda belgilangan talablarni amalga oshirish uchun o'qituvchi – murabbiylarga yangi avlod adabiyotlarini yaratish o'ta dolzarb muammolardan biridir. Demak tajribali o'qituvchilardan o'z tajribalarini tahlil etish va umumlashtirish asosida mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish istiqbollarga muvofiq keladigan yangi adabiyotlar bilan boyitish vazifasi zarur va shart hisoblanadi.

Analitik kimyo - moddalarning sifatini va miqdoriy tarkibini analiz qilishning nazariy asoslari va usullarini o'rganadigan fandir. Analitik kimyo sifat va miqdor analizi kabi 2 turga bo'lib o'rganiladi. Sifat analizining vazifasi tarkibi noma'lum modda yoki aralashmaning tarkibiy qismlarini, ya'ni u qanday element yoki ionlardan tarkib topganligini aniqlashdir. Miqdoriy analizning vazifasi esa moddadagi yoki aralashmadagi bir yoki bir nechta tarkibiy qismlar miqdorini aniqlashdan iboratdir.

Analitik kimyoni o'qitishdan maqsad – shu sohaga oid mavjud barcha materiallarni talabalarga yetkazish va ularning o'zlari olgan nazariy, amaliy bilimlari asosida aniq amaliy muammolarni yechishga o'rgatishdir.

Ushbu darslik texnika ta'lim yo'nalishi talablari uchun mo'ljallangan dastur asosida tuzilgan bo'lib, DTS lari talabalariga to'la mos keladi. Mazkur o'quv qo'llanma zamon talablari darajasida, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga qo'yilgan talablar asosida tayyorlangan.

Mazkur o'quv qo'llanma lotin yozuvida bo'lib, bugungi kun talablarini qanoqlantiradi, shu bilan birga talabaning mustaqil ishlarini bajarishiga imkon beradi, sababi o'quv qo'llanma sodda va tushunarli qilib yozilgan. Biz tavsiya etgan o'quv qo'llanma "Analitik kimyo" fanidan o'rganilishi lozim bo'lgan barcha amaliy va laboratoriya mavzularini o'zlashtirishda talabalarga yordam beradi. Oliy ta'lim muassasalarida ushbu fandan uzoq yillar davomida olib borilgan faoliyatimiz natijasida mazkur o'quv qo'llanmani sizning e'tiboringizga havola etmoqdamiz.

1-Amaliy mashg'ulot
Mavzu: Ionlanish darajasi va ionlanish konstantasi,
eritma pH ni hisoblash

Ishning maqsadi: Ionlanish darajasi va ionlanish konstantasi, eritma pH ni hisoblashni o'rganish.

Ionlanish-muhit elektroneytral zarrachalarning zaryadlangan zarralarga aylanishi; neytral zaryadli atomlar va molekulalardan musbat va manfiy ionlar hamda erkin elektronlar vujudga kelishi; gaz va suyuqliklarning qo'zg'almagan holatdagi neytral atom(molekula)ning ikki va undan ortiq zaryadlangan zarralarga ajralish jarayoni. Eritmalar toza suvdagi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga ko'ra kislotali va asosli turlarga ajratiladi. Kislotali eritmalar suvga nisbatan H^+ yuqori konsentratsiyaga ega. Asosli eritmalar esa H^+ konsentratsiyasi kamroq bo'ladi. Odatda eritmalarining vodorod ioni konsentratsiyasi pH eritma vodorod ioni konsentratsiyasining manfiy logarifimi sifatida hisoblanadi.

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

H^+ ning atrofidagi kvadrat qavslar biz shunchaki uning konsentratsiyasini ifodalayotganini bildiradi. Agar siz ushbu tenglamaga vodorod ioni konsentratsiyasining 7 qiymatini olsangiz, bunda muhit neytral $pH=7$ yoki neytral eritma deb nomlanadi. Inson tanasidagi qon ham, hujayralar tarkibidagi sitozol (suvdan iborat "yopishqoq" suyuqlik) ham neytral pH ko'rsatkichiga yaqin qiymatga ega. Bu formulani eritmani, ion kuchini va konkurent (teskari raqobat) reaksiyalarni hisobga olmaganda ishlatish mumkin. Ionlarning aktivlik koeffitsiyenti faqat eritmada elektrolitning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib qolmay, balki shu eritmada tashqi ionlar konsentratsiyasiga ham bog'liqdir. Shu ionlarning o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi kattalik *ion kuchi* deb ataladi. Eritmaning ion kuchi (μ) eritmada barcha ionlar konsentratsiyalari bilan zaryadlari kvadratik paytmasi yig'indisining yarmiga teng, ya'ni:

$$\mu = 1/2 (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2), \text{ umumiy holda:} \quad (1.1)$$
$$\mu = 1/2 \sum C_i Z_i^2$$

bunda $C_1, C_2, \dots, C_n$ – eritmada ionlarning molyar konsentratsiyalari (M); $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ – ionlarning zaryadlari.

Eritmalarining ion kuchi bilan aktivlik koeffitsiyenti orasidagi matematik bog'lanishni 1923 yilda P. Debay va E.Xyukkel aniqlagan. Eritmaning konsentra-tsiyasiga qarab, bu bog'lanish turlicha ifodalanadi.

Suyultirilgan eritmalar $\mu \leq 0,01$ uchun aktivlik koeffitsiyenti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\lg \gamma_A = -0,5Z^2\sqrt{\mu}, \quad (1.2)$$

Yuqori konsentratsiyali eritmalar $0,5 \geq \mu \geq 0,01$ uchun aktivlik koeffitsiyenti quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\lg \gamma_A = -0,5 \cdot Z^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}, \quad (1.3)$$

Kuchli konsentrlangan eritmalar uchun formula bir oz murakkablashadi:

$$\lg \gamma_A = -\frac{0,5 \cdot Z^2 \sqrt{\mu}}{1 + a \cdot 0,33 \cdot 10^8 \sqrt{\mu}} + A, \quad (1.4)$$

bunda a – ion radiusi, sm; A – empirik koeffitsiyent.

Kuchli elektrolitlar uchun juda suyultirilgan eritmalar ($\sim 0,0001 M$) $\gamma = 1$ va $a = C$ bo'ladi. Aktivlik koeffitsiyentini, shuningdek dissotsilanmagan molekula uchun ham e'tiborga olmaslik mumkin. Osonlashtirish uchun bundan keyingi ham-ma hollarda maxsus talab etilganlardan tashqari, aktivlik o'rnida konsentratsiyadan foydalaniladi.

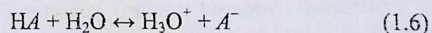
Eritma ion kuchining berilgan qiymatida elektrolitning ionlanish konstantasini Devis tenglamasi bo'yicha ham aniqlash mumkin:

$$pK = pK^0 - \Delta Z^2 \cdot 0,5 \left(\frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} - 0,2\mu \right), \quad (1.5)$$

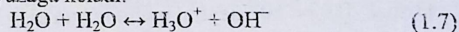
bunda $\Delta Z^2 = \sum nZ_{mahs}^2 - \sum mZ_{dast}^2$ (n, m – stexiometrik koeffitsiyentlar, Z – ion zaryadi).

Protolitik nazariyaga muvofiq eritmalarida protonlar berishga qobiliyatli kimyoviy birikmalar kislotalarga, protonlarni biriktirib olishga qobiliyatli moddalar esa asoslarga kiradi. Kislota proton bera olishi uchun bu protonni qabul qiluvchi asos bo'lishi shart. Proton berib kislota asos hosil qiladi, asos esa protonni qabul qilib, kislota hosil qiladi.

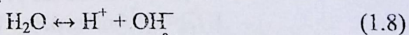
Kislotalarning suvdagi eritmalarida quyidagicha muvozanat vujudga keladi:



Suv bir vaqtning o'zida ham kislota va ham asos hisoblanib, quyidagicha muvozanat yuzaga keladi:



Qisqartirilgan ko'rinishda:



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi $25^\circ C$ haroratda

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ ga teng.} \quad (1.9)$$

Suvdagi eritmalarida suvning massasi ko'pchilik hollarda eritilgan moddaning massasi bilan taqqoslaganda juda yuqori, uning 1 litr eritmada miqdorini doimiy deb hisoblash mumkin. Unda muvozanat konstantasi uchun ifoda quyidagicha yoziladi:

$$K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]. \quad (1.10)$$

(1.10) tenglamadan ko'rinadiki, ion ko'paytma doimiy haroratda doimiy kattalik hisoblanadi. Bu konstantaga suvning *ion ko'paytmasi* deyiladi va 25 °C haroratda

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} = K_w \text{ ga teng.} \quad (1.11)$$

Toza suvda $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ M}$.

Agar $[\text{OH}^-]$ ortiq bo'lsa,

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{OH}^-]} \text{ M} \quad (1.12)$$

$[\text{H}^+]$ ortiq bo'lsa,

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{H}^+]} \text{ M} \quad (1.13)$$

Vodorod ionlarining konsentratsiyasidan odatda muhitning tavsifi uchun foydalaniladi. Kislota-asosli muvozanatga tegishli ko'pgina hisoblashlarda konsentratsiyalar va boshqa kattaliklarni ifodalashda bu kattaliklarning manfiy logarifmidan foydalaniladi va «p» belgisi bilan ifodalaniladi:

$$-\lg[\text{H}^+] = \text{pH} \quad (1.14)$$

$$-\lg[\text{OH}^-] = \text{pOH} \quad (1.15)$$

Suvning ion ko'paytmasini ham logarifmik ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} = 14.$$

Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining o'nlik manfiy logarifmi vodorod ko'rsatkich, yoki pH deb ataladi:

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

Demak: $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ neytral muhit uchun $\text{pH}=7$;

$[\text{H}^+] > 10^{-7}$ bo'lsa $\text{pH} < 7$;

$[\text{H}^+] < 10^{-7}$ bo'lsa $\text{pH} > 7$ bo'ladi.

Kuchli kislotali, kuchsiz kislotali, neytral, kuchli ishqoriy va kuchsiz ishqoriy eritmalar uchun quyidagi pH qiymatlarini ko'rsatamiz (1-jadval):

1-jadval

pH	1, 2, 3	4, 5, 6	7	8, 9, 10	11, 12, 13, 14
muhit	kuchli kislotali	kuchsiz kislotali	neytral	kuchsiz ishqoriy	kuchli ishqoriy

Masalalar yechishga doir namunalar

1-masala. Toza suv 10°C dan 25°C gacha qizdirilganda undagi ionlarining kon-sentratsiyasi necha marta oshadi?

Yechish:

$$\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}; K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

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

Suvning ion ko'paytmasi haroratga bog'liq holda o'zgaradi. $K_{\text{H}_2\text{O}}$ 10°C da $0,3 \cdot 10^{-14}$; 25°C da $1,00 \cdot 10^{-14}$ ga teng.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{H}_2\text{O}}};$$

$$[\text{H}^+]_1 = [\text{OH}^-]_1 = \sqrt{0,3 \cdot 10^{-14}} = 0,5477 \cdot 10^{-7} \approx 0,55 \cdot 10^{-7};$$

$$[\text{H}^+]_2 = [\text{OH}^-]_2 = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1,00 \cdot 10^{-7}.$$

Binobarin, toza suvdagi ionlarining miqdori 10°C dagiga nisbatan 25°C da:

$$\frac{[\text{H}^+]_2}{[\text{H}^+]_1} = \frac{[\text{OH}^-]_2}{[\text{OH}^-]_1} = \frac{1,00 \cdot 10^{-7}}{0,55 \cdot 10^{-7}} = 1,818 \approx 1,82 \text{ marta ortiq bo'ladi.}$$

2-masala. $3,5 \cdot 10^{-2}$ M vodorod ionlari saqlagan eritmaning pH ini hisoblang.

Yechish:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 3,5 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 3,5 = 1,46.$$

3-masala. Vodorod ionlari konsentratsiyasi 0,02 M ga teng bo'lgan eritmaning pH ini hisoblang.

Yechish:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 2 \cdot 10^{-2} = 2 - 0,30 = 1,70.$$

Bunga teskari masalani yechib, pH ning ma'lum qiymati bo'yicha vodorod va gidroksid ionlarning konsentratsiyasi oson topiladi.

4-masala. $pH = 10,33$ ga teng bo'lsa, eritmadagi $[H^+]$ va $[OH^-]$ ionlarining konsentratsiyasini hisoblang.

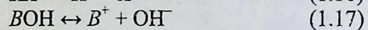
Yechish.

$$[H^+] = 1 \cdot 10^{-10,33} = 1 \cdot 10^{0,67} \cdot 10^{-11} = 4,7 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

$$pOH = 14 - 10,33 = 3,67$$

$$[OH^-] = 1 \cdot 10^{-3,67} = 1 \cdot 10^{0,33} \cdot 10^{-4} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

Kuchli kislotalar (HA) va kuchli asoslar (BOH) suvli eritmalarida amalda to'liq dissotsilanadi:



bu eritmalarida H^+ va OH^- konsentratsiyalarini tegishli kislota (HA) va asos (BOH) ning umumiy konsentratsiyasi C_A ga teng deb hisoblash mumkin. Demak,

$$pH = -\lg C_{HA}; \quad (1.18)$$

$$pOH = -\lg C_{BOH}. \quad (1.19)$$

Bu ifodalar taxminiy hisoblanadi. Yuqori aniqlik bilan hisoblashlarda elektrolitlarning konsentratsiyalari ionlarning aktivliklariga almashtiriladi. Ion konsentratsiyasi va uning aktivligi orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud:

$$a_A = \gamma_A \cdot C_A \quad (1.20)$$

bunda γ_A – aktivlik koeffitsiyenti.

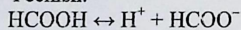
Aktivlikni ionning haqiqiy konsentratsiyasiga nisbati *aktivlik koeffitsiyenti* (γ) deyiladi:

$$\gamma = \frac{a}{C} \quad (1.21)$$

Demak, aktivlik son jihatdan konsentratsiya bilan aktivlik koeffitsiyenti (γ) ko'paytmasi ga teng.

5-masala. Aktivlik koeffitsiyentini e'tiborga olgan holda 0,5 M $HCOOH$ erit-masining konsentratsiyasini va dissotsilanish darajasini hisoblang, $K_{HCOOH} = 1,78 \cdot 10^{-4}$

Yechish.



$$K_{HCOOH} = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} = 1,78 \cdot 10^{-4} \quad (\mu = 0).$$

$$[H^+] = [HCOO^-]; \quad [HCOOH] = C.$$

$[H^+]$ ionlarining taxminiy konsentratsiyasini topamiz:

$$[H^+] = \sqrt{K_{HCOOH} \cdot C};$$

$$[H^+] = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5} = 9,434 \cdot 10^{-3}$$

$$\mu = \frac{1}{2} (9,434 \cdot 10^{-3} \cdot 1^2 + 9,434 \cdot 10^{-3} \cdot 1^2) = 9,434 \cdot 10^{-3}.$$

HCOOH ning ionlanish konstantasini Devis tenglamasi bo'yicha aniqlaymiz:

$$pK = pK^0 - \Delta Z^2 0,5 \left(\frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} - 0,2\mu \right);$$

$$\Delta Z^2 = \sum nZ_{\text{mahs}}^2 - \sum mZ_{\text{bosh}}^2 = 1 + 1 - 0 = 2;$$

$$pK = 3,75 - 2 \cdot 0,5 \left(\frac{\sqrt{9,434 \cdot 10^{-3}}}{1 + \sqrt{9,434 \cdot 10^{-3}}} - 0,2 \cdot 9,434 \cdot 10^{-3} \right) = 3,6634;$$

$$K = 2,17 \cdot 10^{-4}.$$

$[H^+]$ ionlarining konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$[H^+] = \sqrt{2,17 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5} = 1,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l};$$

$$pH = -\lg 0,0104 = 1,98;$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}; \quad \alpha = \sqrt{\frac{2,17 \cdot 10^{-4}}{0,5}} = 2,083 \cdot 10^{-2} = 2,08\%.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1-masala. Tarkibida $0,01 \text{ mol/dm}^3$ KCl va $0,02 \text{ mol/dm}^3$ CaCl_2 bo'lgan eritmaning ion kuchini hisoblang.

2-masala. Kalsiy xloridning $0,02 \text{ n}$ eritmasida Ca^{2+} va Cl^- ionlarining aktivligi nimaga teng?

3-masala. 500 ml eritmada $1,07 \text{ g}$ ammoniy xlorid saqlagan tuzning gidroliz darajasi va pH ini hisoblang.

4-masala. $0,02 \text{ n}$ ammoniy sulfid tuzi eritmasining gidroliz darajasini birinchi

bosqichga nisbatan va pH ini hisoblang.

5-masala. $0,5 \text{ l}$ eritmada $4,1 \text{ g}$ CH_3COONa saqlagan tuzning gidroliz darajasini va eritma pH ini hisoblang.

6-masala. 200 ml eritmada $0,65 \text{ g}$ KCN saqlagan tuzning gidroliz darajasi va eritma pH ini hisoblang. **7-masala.** 30 ml suvga 5 ml 3 m li kaliy nitrit KNO_2 qo'shilgan. Hosil bo'lgan eritmani pH ini tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

8-masala. 500 ml eritmada $2,52 \text{ g}$ Na_2CO_3 saqlagan tuzning gidroliz darajasi va eritma pH ini hisoblang.

9-masala. $0,05 \text{ M}$ li Na_2CO_3 tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

10-masala. $0,05 \text{ M}$ li $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ tuz eritmasi 10 marta suyultirilganda, hosil bo'lgan eritmaning pH ini va tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

11-masala. Eritma pH i 12,94 bo'lgan 100 ml eritmadagi Na_2S ning miqdorini, tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

12-masala. Eritma pH i 28 bo'lgan 25 ml eritmadagi $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ning miqdorini, tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

13-masala. Eritma pH i 11,10 bo'lgan 10 ml eritmadagi KCN ning miqdorini hisoblang.

14-masala. 40 ml 0,3 m li HCOOK va 20 ml 0,15 m li KOH eritmaları aralash-tirildi. Eritmaning pHini va tuzning gidroliz darajasini hisoblang.

15-masala. 250 ml eritmada 0,535 g NH_4Cl saqlagan tuz eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

16-masala. 0,01 m li Rux xlorid ZnCl_2 tuzi eritmasining pHini va gidroliz darajasini hisoblang.

17-masala. Eritma pH i 8,52 teng bo'lishi uchun 500 ml suvga necha gramm CH_3COONa qo'shish kerak.

18-masala. 0,1 m li mis nitrat $\text{Cr}(\text{NO}_3)_2$ tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

19-masala. 0,01 m li Rux xlorid ZnCl_2 tuzi eritmasining pH ini va gidroliz darajasini hisoblang.

20-masala. 250 ml eritmada 0,535 g NH_4Cl saqlagan tuz eritmasining pHini va gidroliz darajasini hisoblang.

21-masala. 0,01 M li kobalt xlorid CoCl_2 tuzi eritmasining pHini va gidroliz darajasini hisoblang.

22-masala. Ca^{2+} ionini kalsiy oksalat holida cho'ktirish reaksiyasi uchun cheksiz suyultirish chegarasi 2000 ml/g topilish minimumni 25 mkg bo'lsa, sifat reaksiyasi bajarish uchun zarur bo'lgan eng kam eritma hajmini hisoblang.

Nazorat savollari

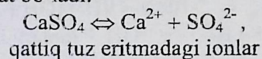
1. Suvning ionlanishi pH va pOH haqida tushuncha bering.
2. Kislota va asos eritmalarining pH i qanday hisoblanadi.
3. Bufer eritma nima? Bufer sig'imi nima?
4. Bufer eritmalarining pHi qanday hisoblanadi.
5. Bufer eritmalaridan analitik kimyoda qanday foydalaniladi.
6. Gidroliz nima? Qanday tuzlar gidrolizga uchraydi?
7. Gidroliz doimiyligi va darajasiga izoh bering.
8. Gidroliz doimiyligi va darajasiga qanday omillar ta'sir qiladi.
9. Gidrolizga uchragan tuz eritmalarining pHi qanday hisoblanadi?
10. Gidrolizdan analitik kimyoda foydalanishga misollar keltiring.

2-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlikni hisoblashga oid masalalar yechish

Ishning maqsadi: Eruvchanlik ko'paytmasi va eruvchanlikni hisoblashga oid masalalar yechishni o'rganish.

Biz bilamizki, qattiq moddalar suvda eriganda ba'zi hollarda to'yingan eritma hosil bo'lib, cho'kma holida qoladi. Muvozanat sodir bo'ladi. Elektrolitlar eriganda, masalan, tuzlar, erimaga molekulalar emas, ionlar o'tadi. Shuning uchun to'yingan eritmalar muvozanatda qattiq tuz bilan ionlar bo'ladi. Masalan, CaSO_4 ning to'yingan eritmasida quyidagicha muvozanat bo'ladi:



Shu jarayon uchun muvozanat konstantasi:

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CaSO}_4]}$$

Tenglama maxrajidagi $[\text{CaSO}_4]$ o'zgarmas qiymatga ega, K ham o'zgarmas. Shuning uchun o'zgarmas qiymatlarni bir tomonga olib $K[\text{CaSO}_4] = K'$ bilan belgilasak $K' = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ bo'ladi.

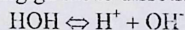
Shunday qilib, elektrolitning to'yingan eritmasida uning ionlarni konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas qiymatga ega. Bu qiymat elektrolitni eruvchanligini miqdoriy tavsiflaydi va elektrolitning eruvchanlikko'paytmasi deb ataladi va EK bilan belgilanadi:

$$\text{EK}_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

Tuzni eruvchanligini bilgan holda EK qiymatini topish qiyin emas.

EK qiymatidan kimyoviy reaksiyalarda cho'kma hosil bo'lishi yoki uni erib ketishini aniqlashda foydalaniladi.

Toza suv elektr tokini juda yomon o'tkazadi. Ammo toza suvni ham olish qiyin. F.Kolraush suvni Ko'p marta tozalash natijasida toza suv olgan. Bu suv ham oz bo'lsada elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan. Uning elektr o'tkazuvchanligiga sabab dissotsilanishidir:



Suvni juda kuchsiz elektrolit deb qarab, uning dissotsilanish doimiysini quyidagicha yozish mumkin:

$$K_d = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Suvning elektr o'tkazuvchaliigidan foydalanib, dissotsilanish doimiysi hisoblab topilgan. 22°C da o'tkazilgan tekshirishlar $K_d = 1,8 \cdot 10^{-16}$ ekanligini ko'rsatdi.

Yuqoridagi tenglamani $[H^+][OH^-] = K_d \cdot [H_2O]$ shaklida yozaylik. Bu tenglamada suvning konsentratsiyasi $[H_2O]$ qiymatini suvning dissotsilanish darajasi juda kichik bo'lgani uchun o'zgarmas qiymat deb qarash:

$$n_{(suv)} = 1000:18 = 55,56 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$K_d[H_2O]$ ni K_w bilan belgilaymiz. U holda $K_w = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 1 \cdot 10^{-14}$ bo'ladi. $K_w = 1 \cdot 10^{-14} = [H^+][OH^-]$ hisobga olsak, ayni temperaturada suvdagi H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyasi ko'paytmasi o'zgarmas ekanligiga amin bo'lamiz. Demak, $[H^+] \cdot [OH^-] = \sqrt{10^{-14}}$, $[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$ bu neytral muhit uchun. Kislotali muhitda H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-7} mol/l dan ortiq, OH^- ionlariniki esa 10^{-7} mol/l dan kam bo'ladi.

Eruvchanlik aktivligining formulasi

$$EK_{MmAn} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n \quad (2.1)$$

EK – ayrim holda eruvchanlik aktivligi ham deyiladi, chunki qiyin eruvchan elektrolitlarning eruvchanlik ko'paytmasi juda aniq hisoblash uchun ionlarni aktivligidan foydalaniladi. Amalda elektrolit eritmasida ionlararo ta'sir kuch bo'ladi.

$$EK = a^m \cdot a^n \cdot n- \quad (2.2)$$

$$EA = EK * f \quad (2.3)$$

Kam eruvchan elektrolit ionlarining konsentratsiyalarini ko'paytmasi o'zining eruvchanlik ko'paytmasi qiymatiga erishganda cho'kma hosil bo'ladi, ya'ni eritma o'ta to'yingan bo'lganda, to'yinmagan eritmalardan cho'kma hosil bo'lmaydi, aksincha qattiq faza eriydi.

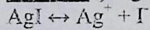
Moddalarning EK qiymatini bilgan holda kam eruvchan moddaning eruvchanligini hisoblash mumkin.

Eruvchanlikni g/l (dm^3) hisoblash uchun molyar konsentratsiyani moddaning molekulyar og'irligiga ko'paytirish kerak.

Masalalar yechish uchun namunalar

1-masala. 25°C da eruvchanligi $2,865 \times 10^{-6}$ g/l bo'lgan AgI ning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang.

Yechish. 1) AgI ning dissotsiatsiya tenglamasi yoziladi:



Undan eruvchanlik ko'paytmasi ifodasi yoziladi.

$$EK_{\text{AgI}} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$$

2) AgI ning eruvchanligini mol/l da hisoblash uchun AgI ning molekulyar massasi 234,8 bilgan holda eritma konsentratsiyasi:

$$[\text{AgI}] = \frac{2,865 \cdot 10^{-6}}{234,8} = 1,22 \cdot 10^{-8}$$

3) 1 mol AgI dissotsiatsiyalanganda 1 mol Ag^+ 1 mol I^- hosil bo'ladi.

Ularning konsentratsiyasi:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{I}^-] = [\text{AgI}] = 1,22 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$$

4) Eruvchanlik ko'paytmasi ifodasiga $[\text{Ag}^+]$ va $[\text{I}^-]$ qiymati qo'yilsa,

$$EK_{\text{AgI}} = 1,22 \times 10^{-8} \times 1,22 \times 10^{-8} = 1,5 \times 10^{-16}$$

2-masala. CaCO_3 suvdagi eruvchanligini g/l hisoblang.

$$EK_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 3,8 \times 10^{-9}$$

$$E = \sqrt{EK} = \sqrt{3,8 \times 10^{-9}} = 6,16 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g}$$

$$E = 6,16 \times 10^{-5} \times 100 = 6,16 \times 10^{-3} \text{ g/l}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. SnCO_3 ning suvda eruvchanligi 0,007800 g/l ga teng, uning EK qiymatini hisoblang?

2. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ning suvda eruvchanlik ko'paytmasi $2,0 \times 10^{-10}$ ga teng, uning to'yingan eritmasidagi Fe^{2+} va OH^- ionlari konsentratsiyasini hisoblang.

3. AgCl ning EK qiymati $1,1 \times 10^{-10}$, uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

4. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ning 0,01000 n eritmasiga teng hajmda: a) KCl ning 0,02000 n eritmasidan; b) KCl ning 0,3000 n eritmasidan qo'shilganda cho'kma tushish yoki tushmasligini isbotlang.

5. Agar NaCl bilan NaJ 0,2000 M li eritmalari aralashmasiga asta-sekin AgNO_3 eritmasi qo'shilsa, avval qaysi modda cho'kmaga tushadi?

$$(EK = 1,1 \times 10^{-10}, EK_{\text{AgJ}} = 1,0 \times 10^{-16})$$

6. Agar bir xil konsentratsiyali Ba^{2+} va Sr^{2+} ionlari aralashmasiga asta-sekin H_2SO_4 qo'shilsa, avval qanday modda cho'kmaga tushadi? Nima uchun?

7. 50,0 ml 0,5000 M K_2CrO_4 va 0,005000 M $AgNO_3$ eritmaları aralashtirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi? Javobingizni asoslang. (EK $Ag_2CrO_4 = 8,8 \times 10^{-12}$)

8. $PbCl_2$ ning EK qiymati $2,4 \times 10^{-4}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

9. 45,0 ml 0,0400 M KCl va 35 ml 0,0200 M $Pb(NO_3)_2$ eritmaları aralashtirildi. Cho'kma hosil bo'ladimi? Javobingizni asoslang.

10. $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$ ning eruvchanlik ko'paytmasi $2 \cdot 10^{-9}$ ga teng. Uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

11. AgI ning eruvchanlik ko'paytmasi $1,5 \cdot 10^{-16}$ ekanligini bilgan holda uning eruvchanligini g/l va mol/l da hisoblang.

12. Bir xil konsentratsiyali xlorid, bromid va yodid ionlari bor bo'lgan eritmaga $AgNO_3$ eritmasi qo'shganda qaysi cho'kma birinchi cho'kadi.

13. Qaysi bir birikmalarning – $BaSO_4$, $CaCO_3$, $AgCl$, ZnS , $(MgOH)_2CO_3$

eruvchanligi eritma kislotaligiga bog'liq emas? Nima uchun ?

Nazorat savollari

1. Eruvchanlik, eruvchanlik ko'paytmasi nima?

2. Cho'kmalarni hosil bo'lish shartlari qanday? To'la cho'kishga qanday omillar ta'sir qiladi?

3. Bir xil konsentratsiyali xlorid, bromid va yodid ionlari bor bo'lgan eritmaga $AgNO_3$ eritmasi qo'shganda qaysi cho'kma birinchi cho'kadi.

4. Qaysi eritma muhitida a) 2 M CH_3COOH ; b) 2 M HCl ; v) 0,2 M CH_3COONa , Ba^{2+} , ionni $K_2Cr_2O_7$ bilan to'liq cho'ktiriladi.

5. Qaysi eritma muhitida a) 2 M CH_3COOH ; b) 2 M HCl ; v) 0,2 M CH_3COONa , Ba^{2+} , ionni $K_2Cr_2O_7$ bilan to'liq cho'ktiriladi.

6. Qaysi muhitda $pH = 7$; $pH = 10$ $Mg(OH)_2$ ning eruvchanligi katta.

7. Eritma konsentratsiyasi qanday usullar bilan ifodalanadi.

8. Eruvchanlik ko'paytmaga qanday omillar ta'sir qiladi?

3-Amaliy mashg'ulot

Mavzu: Tuzlarning gidroliz konstantasi va gidroliz darajasini hisoblashga oid masalalar yechish.

Ishning maqsadi: Tuzlarning gidroliz konstantasi va gidroliz darajasini hisoblashga oid masalalar yechishni o'rganish.

Analizda tuzlar gidrolizi nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Gidroliz jarayonini bilish qator murakkab jarayonlarni o'rganishga imkon beradi. Gidroliz reak-siyalaridan kationlarni va anionlarni ochishda xususiy reaksiya sifatida, shuningdek eritmalarining pH va pOHini regulyatori sifatida foydalaniladi.

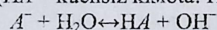
Gidroliz –erigan tuz ionlari bilan suv ionlarining (H^+ va OH^-) o'zaro ta'siri natijasida eritma muhitining o'zgarishidir.

Gidroliz darajasi tuzning gidrolizlangan qismi konsentratsiyasini (mol/l) uning shu eritmadagi umumiy konsentratsiyaga nisbatini ifodalaydi:

$$h = C_{\text{gidr}}/C_{\text{umum}}$$

Turli tipdagi gidrolizlanadigan tuzlarning eritmalarida K_h , h ni hisoblash tenglamalari bilan tanishamiz.

Bir asosli kuchsiz kislota va bir negizli kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar. KCN, KClO, CH_3COONa va shu kabilar faqat anion (A^-) bo'yicha gidrolizlanadi (HA – kuchsiz kislota: HCN, HClO, CH_3COOH).



$$K = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi tuzning gidrolizlanish konstantasiga teng bo'ladi:

$$K = K_h.$$

Agar tuzning umumiy konsentratsiyasi C_M bo'lsa, x moli gidrolizga uchragan, unda muvozanat konsentratsiyasi $[A^-] = C - x M$ ga teng bo'ladi.

$$[HA] = xM; [OH^-] = xM;$$

$$K_h = \frac{x^2}{C - x} = \frac{K_{H_2O}}{K_a}.$$

Agar K_h kichik va $C \gg x$ bo'lsa, unda

$$x = [\text{OH}^-] = [\text{HA}] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C}{K_a}};$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} - \frac{1}{2} \text{p}K_a - \frac{1}{2} \lg C;$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_a + \frac{1}{2} \lg C.$$

Agar K_h katta va C dan x kam farq qilsa, HA va OH^- larning muvozanat konsentratsiyasi to'liq kvadrat tenglamani yechib topiladi.

Gidrolizlanish darajasini (%) quyidagi ifodalardan topish mumkin:

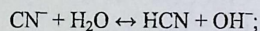
$$h = \frac{[\text{HA}]}{C} \cdot 100 = \frac{[\text{OH}^-]}{C} \cdot 100\%;$$

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_a \cdot C}} \cdot 100\%.$$

Masalalar yechishga doir namunalar

1-masala. 0,05 M KCN eritmasining h ini hisoblang ($K_a = 5 \cdot 10^{-10}$).

Yechish.



$$K_h = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{0,05 - [\text{CN}^-]} \approx \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5 \cdot 10^{-10}} = 2 \cdot 10^{-5}.$$

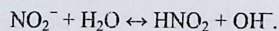
$$[\text{HCN}] = [\text{OH}^-] = x, \text{ unda}$$

$$\frac{x_2}{0,05} = 2 \cdot 10^{-5}; \quad x = \sqrt{1 \cdot 10^{-6}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M},$$

$$h = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{0,05} \cdot 100 = 2,00\%$$

2-masala. 30 ml suvga 3 M KNO_2 eritmasi qo'shildi. Eritmadagi tuzning gidrolizlanish darajasini hisoblang, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \cdot 10^{-14}$; $K_{\text{HNO}_2} = 6,2 \cdot 10^{-4}$.

Yechish. KNO_2 tuzining gidrolizi anionli mexanizm bo'yicha boradi:



KNO_2 eritmasining 30 ml suv qo'shilgan dan keying hajmini $V_1 + V = 35$ ml V_2 bilan belgilaymiz. KNO_2 tuzining suyultirilgandan keying konsentratsiyasini hisoblaymiz: