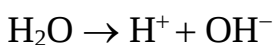


LABARATORIYA ISHI №10

Tuzlarning gidrolizi. Gidrolizning qaytarligi. To'liq gidroliz

1. Suv juda kuchsiz elektrolit va juda kam darajada ionlarga dissotsilanadi:



Vodorod va gidroksid ionlarining 25⁰ da molyar konsentratsiyalari 10⁻⁷ mol/l ga teng.

Suvning dissotsilanish konstantasi:

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

Bu tenglamani quyidagicha yozish mumkin: $K_{\text{diss}}[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$

Suvning dissotsilanish darajasi juda kam bo'lganligi uchun, tenglamadagi suv molekulalarining konsentratsiyasi $[\text{H}_2\text{O}]$ ni doimiy qiymat deb hisoblaymiz. Demak, $[\text{H}_2\text{O}]$ ko'paytma ham doimiy bo'ladi. $K_{\text{diss}}[\text{H}_2\text{O}]$ ni K_{suv} bilan almashtirsak, $K_{\text{suv}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$. Bu tenglamadan, doimiy haroratda, vodorod va gidroksid ionlari konsentratsiyalarini ko'paytmasi doimiy qiymat ekanligi kelib chiqadi. Bu qiymat suvning ion ko'paytmasi deyiladi va K_{suv} bilan belgilanadi. Suvga ishqor, kislota va tuzlarni qo'shilganda $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ muvozanatni siljishi kuzatiladi.

Lekin, H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyalari qanchalik o'zgarmasin, ularning ko'paytmasi, berilgan haroratda doimiy qiymatga ega bo'laveradi.

Demak, suvning ion ko'paytmasi nafaqat toza suv uchun, balki har qanday moddalarning suyultirilgan eritmaları uchun ham doimiy qiymatga ega bo'ladi.

Xona haroratida son jihatdan $K_{\text{suv}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$ ga teng. Shuning uchun bir ionning konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, ikkinchisini hisoblash mumkin:

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} \text{ mol/l}; \quad [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} \text{ mol/l}$$

Shunday qilib, har qanday suvli eritmadagi reaksiyani miqdor jihatdan faqat birgina suv ionlarining konsentratsiyasi bilan ifodalash mumkin:

$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/l}$ neytral muhit; $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/l}$ kislotali muhit; $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol/l}$ ishqoriy muhit.

1. $[\text{H}^+]$ juda keng chegarada o'zgarganligi uchun, reaksiya muhitini logarifm shkalasida ifodalash qulay bo'ladi. Bu qiymatni vodorod ko'rsatgich-pH deyiladi.

2. Vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishorali o'nlik logarifmi vodorod ko'rsatgich deb ataladi.

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

pH ni qiymatiga nisbatan reaksiya muhiti quyidagicha ifodalanadi: $\text{pH} = 7$ – neytral muhit; $\text{pH} < 7$ – kislotali muhit; $\text{pH} > 7$ – ishqoriy muhit.

Yuqori darajali aniq hisoblar uchun $[\text{H}^+]$ va $[\text{OH}^-]$ o'rniga ularni faolligidan foydalaniladi, bu holda $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$ bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyalarda ta'sirlashuvchi ionning effektiv konsentratsiyasini uning faolligi deyiladi.

Faollik konsentratsiya bilan quyidagicha bog'langan:

$a = f \cdot c$, bunda a – ionning faolligi, f – faollik koeffitsienti, c – ionlar konsentratsiyasi.

Elektrolitlarni konsentrlangan eritmalarida $f < 1$, suyultirilgan eritmalarida f birga yaqinlashadi.

Ko'pchilik xollarda faollik o'rnida konsentratsiyadan foydalanish katta farq qilmaydi.

H^+ ionlarini konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, pH ni va OH^- ionlari konsentratsiyasini topish mumkin va aksincha.

Misol. 1. $[\text{N}^+] = 10^{-5} \text{ mol/l}$. Eritmani $[\text{OH}^-]$ va pH ni aniqlang.

Yechish. $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol/l}$. $\text{rN} = -\lg 10^{-5} = 5$

Misol. 2 Eritmaning $\text{pH} = 4,60$ vodorod ionlarini konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish. $-\lg [\text{H}^+] = 4,60$, demak $\lg [\text{H}^+] = -4,60 = -5,40$, $[\text{H}^+] = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

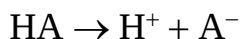
Misol. 3. Chumoli kislotasining 1%li eritmasini zichligi $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$, dissotsilanish konstantasi $K = 2,2 \cdot 10^{-4}$ eritmasining pH ini hisoblang.

Yechish. 1 litr 1 %li eritmada ($\rho = 1 \text{ g/sm}^3$) 10 g HCOOH bor, bu 0,22 mol/l ga to'g'ri keladi.

$[\text{H}^+] = \sqrt{K \cdot C_m} = \sqrt{2,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,22} = \sqrt{0,48 \cdot 10^{-4}} = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$. $\text{pH} = -\lg 6,8 \cdot 10^{-3} = -\lg 6,8 - \lg 10^{-3} = 3 - 0,83 = 2,17$

Misol. 4 Kuchsiz, bir asosli kislotaning 0,2n eritmasida dissotsilanish darajasi 3 % ga teng. Eritmadagi $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ va pH larni hisoblang.

Yechish. Bir asosli kislotaning dissotsilanish tenglamasi quyidagicha:



Kislota bir asosli bo'lganligi tufayli uning normalligi molyarligiga teng, ya'ni $\text{HA} = 0,2 \text{ n} = 0,2 \text{ m}$.

Demak, $[\text{H}^+] = 0,2 \text{ M} \cdot 0,03 = 0,006 \text{ M} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{6 \cdot 10^{-3}} = 1,7 \cdot 10^{-12} \text{ моль./л}$

$\text{pH} = -\lg(6 \cdot 10^{-3}) = 3 - \lg 6 = 2,22$

Misol. 5. 0,0365%li HCl eritmasini zichligi va $f[H^+]$ birga teng bo'lganda, bu eritmani pH ni hisoblang.

Yechish. 1 l eritmaning massasi 1000 g, 1l eritmadagi HCl ni massasi

$$\frac{1000 \cdot 0,0365}{100} = 0,365 \text{ g/l.}$$

$$M(\text{HCl})=36,5 \text{ g/mol. } C_{m(\text{HCl})}=\frac{0,365}{36,5}=1 \cdot 10^{-2}. \text{ Demak, } C_{m(\text{N}^+)}=1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l va}$$

pH =2

3. Moddaning erishi, ularni erituvchi bilan o'zaro ta'sirlashishi bilan bog'liq. Erituvchi va erigan modda molekulalarini ta'sirlashish reaksiyasi solvoliz deyiladi (suv uchun gidroliz deyiladi).

Kimyoviy birikmalarning har xil sinflari gidrolizga uchrashi mumkin: tuzlar, karbon suvlari, oqsillar, eflrlar, yog'lar va x.k. Noorganik kimyoda ko'pincha, tuzlarni gidrolizi kuzatiladi va biz ularni ko'rib chiqamiz.

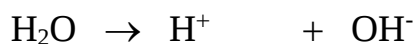
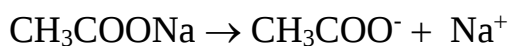
Kimyoviy toza suvda vodorod va gidroksid ionlarining konsentratsiyalari bir xil, shuning uchun suvning reaksiya muhiti neytral bo'ladi (pH=7). Tuzlar suvda eriganda va dissotsilanish natijasida hosil blgan tuz ionlari suvning ionlari bilan ta'sirlanadi, oqibatda H^+ yoki OH^- ionlarini tuz ionlari bilan birikib, kam dissotsilanadigan birikmalar hosil bo'lishi mumkin.

Yerigan tuz ionlarini suv bilan o'zaro ta'sirlashishida kuchsiz elektrolitlar hosil bo'lish jarayoni tuzning gidrolizi deyiladi.

Gidroliz natijasida suvning elektrolitik dissotsilanish muvozanati siljishi kuzatiladi: $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$, shuning uchun ko'pchilik tuzlarning eritmasi kislotali yoki ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

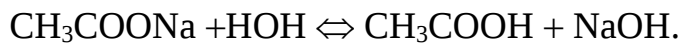
Tuzlar gidrolizining uch xili mavjud.

1. Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar (masalan, CH_3COONa , KCN , K_2SO_3 , Na_2S). Bu tuzning gidrolizi vodorod ionlarini kuchsiz elektrolit tabiatiga ega bo'lgan bog'lanishli modda hosil bo'lishi bilan bog'liq. Natriy atsetat gidrolizi Quyidagicha ifodalanadi:



Keltirilgan sxemadan ko'rinib turibiki, suvning H^+ ionlari tuzning CH_3COO^- ionlari bilan birikib kam dissotsilanadigan sirka kislotasi molekulasini hosil qiladi. Bu o'z navbatida suvning yangi molekulalarini dissotsilanishga va oqibatda H^+ ionlarini bog'lanishiga olib keladi. Eritmada OH^- ionlarining konsentratsiyasi ortadi

va muhiti ishqoriy bo'ladi: $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$. Muvozanat qaror topguncha gidroliz jarayoni davom etadi.



Yoki ionli holda.



Kuchli asos va ko'p negizli kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar bosqichli gidrolizlanadi va nordon tuzlar hosil bo'ladi. Buni kaliy karbonatni gidrolizi misolida ko'rish mumkin.

Birinchi bosqich:



Ikkinchi bosqich:



Gidrolizni birinchi bosqichi kuchliroq bo'ladi, chunki HCO_3^- ionlari H_2CO_3 molekulasiga nisbatan kuchsizroq elektrolitdir. Yuqorida ko'rilgan holatlarda suvning vodorod ionlari bog'lanadi va gidroksid ionlari ortiqcha bo'ladi.

Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlarni eritmasi, gidroliz tufayli ishqoriy muhit namoyon qiladi (pH > 7).

2. Kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar (masalan, NH_4Cl , CuSO_4 , ZnCl_2). Bu tuzlarning gidrolizi suvning gidroksid ionlari tuzning kationi bilan kuchsiz elektrolit hosil qilishi bilan sodir bo'ladi. Masalan, ammoniy xloridni gidrolizini quyidagi sxema bilan tasavvur qilinadi:



Suvning OH^- ionlari NH_4^+ ionlari bilan birikib kam dissotsilanadigan NH_4OH molekulalarini hosil qiladi, Eritmada vodorod ionlari ortiqcha yig'ilgani sababli, muhit kislotali bo'ladi (pH < 7).



Agar tuzning tarkibida ko'p zaryadli kation bo'lsa, gidroliz bosqichli ketadi va asosli tuzlar hosil bo'ladi. Masalan rux xloridni ZnCl_2 gidrolizini ko'rib chiqamiz:

Birinchi bosqich:

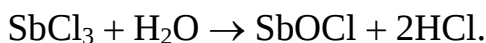


Ikkinchi bosqich:

$\text{Zn(OH)Cl} + \text{HOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 + \text{HCl}$ $\text{Zn(OH)}^+ + \text{HOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 + \text{H}^+$
(pH<7).

Oddiy sharoitda, gidroliz birinchi bosqichda yakunlanadi. Kuchsiz asos kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar eritmasi, gidroliz tufayli kislotali muhitga ega bo'ladi (pH<7).

Kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan ba'zi tuzlarning gidrolizida oksotuzlar hosil bo'ladi, masalan, surma (III) xloridini gidrolizi quyidagicha bo'ladi:



Ko'rilgan holatlarda gidroliz qaytar jarayon hisoblanadi.

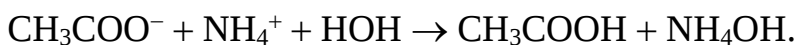
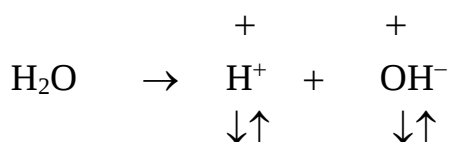
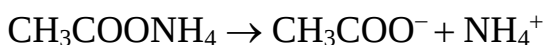
Gidrolizlangan tuz molekullari sonini, eritmadagi umumiy molekullar soniga nisbati gidroliz darajasi deyiladi. Haroratni ko'tarish va eritmani suyultirish bilan gidroliz darajasi kuchayadi.

Ko'p hollarda gidroliz darajasi juda kam bo'ladi. Masalan, 25° da, 0,1n eritmalar uchun gidroliz darajasi (h) quyidagicha:

Natriy atsetat CH_3COONa -0,007 % Kaliy sianid KCN -1,2 %

Keltirilgan misollar, tuzning gidrolizlanish darajasi uni hosil qilgan kislotalarning dissotsilanish konstantasiga bog'liqligini namoyon qiladi. Kislotaga qanchalik kuchsiz bo'lsa, gidroliz shunchalik tez boradi.

3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar. Bu turdagi tuzlar eng yuqori darajada gidrolizlanadilar, chunki ularning ionlari bir vaqtda suvning vodorod va gidroksid ionlarini biriktiradi va suvning dissotsilanish muvozanatini siljitadi. Masalan: ammoniy atsetatni gidrolizi quyidagicha bo'ladi:



Gidroliz natijasida hosil bo'lgan kislota va asosni dissotsilanish konstantalarini nisbatiga qarab, bu turdagi tuzlarni eritmalarida kuchsiz kislotali yoki kuchsiz ishqoriy muhitga ega bo'ladi, ya'niy pH≈7.

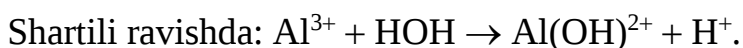
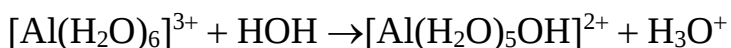
Juda kuchsiz, uchuvchan kislota va juda kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizi qaytmay bo'ladi. Masalan:



Kuchli kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydilar, chunki ularni suv bilan o'zaro ta'sirlashishida, kuchsiz elektrolitlar hosil bo'lmaydi.

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ sistemada muvozanat buzilmaydi, shuning uchun bunday tuzlar eritmalarida $\text{pH}=7$.

Zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra, gidroliz anchagina murakkab jarayondir. Gidroliz natijasida gidroksoakva komplekslari hosil bo'ladi. Shuning uchun gidroliz reaksiyasi tenglamalarini yozish umuman shartli hisoblanadi. Tuzlarning gidrolizi, ionlar va ularni gidrat qobig'i o'rtasidagi qutbli o'zaro ta'sirlashishi natijasida sodir bo'lishi aniqlangan, Masalan. Birinchi bosqich gidrolizini ionli tenglamasi Quyidagicha bo'lishi kerak:



1. Universal indikator qog'ozi yordamida eritmaning pH ini aniqlash.

O'qituvchidan pH aniqlanishi kerak bo'lgan eritmani oling. Universal indikator kitobchasi muqovasidagi ko'rsatma bilan tanishing. Ko'rsatma bo'yicha tajriba o'tkazing, tekshirilgan eritmani pH-qiyamati haqida xulosa chiqaring. Reaksiya muhitini aniqlang va vodorod ionlarini konsentratsiyasini hisoblang.

2. Gidrolizlanish darajasiga temperaturaning ta'siri.

A) FeCl_3 va CH_3COONa eritmalaridan 3 ml dan olib, bir-biri bilan aralashtiring. Bu moddalar orasida almashinish reaksiyasi borayotgani sezilmaydi. Endi eritmalar aralashmasini qaynaguncha qizdiring. Qo'ng'ir cho'kma $[\text{Fe}(\text{OH})_2\text{CH}_3\text{COO}]$ hosil bo'ladi. Daftaringizga temir (III) atsetat tuzining hosil bo'lish tenglamasini yozing.

B). Eritmani suyultirishning gidroliz darajasiga ta'siri. Probirkaga 1 ml surma(III)-xlorid eritmasini solib, unga to cho'kma hosil bo'lguncha bir necha tomchi distillangan suv qo'shing. Eritma suyultirilguncha SbCl_3 ning gidrolizi birinchi bosqich bilan boradi. Eritma suyultirilganidan keyin ikkinchi bosqich kuchayadi va antimonil xlorid SbOCl hosil bo'ladi. Shu fikrlarni e'tiborga olib, SbCl_3 ning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini yozing. Eritmani kelgusi tajribaga uchun saqlab qo'ying

3. Gidrolizning qaytarligi.

a) b) tajribada hosil qilingan cho'kmali eritmaga to cho'kma erib ketguncha NCl eritmasi qo'shing; so'ngra ustiga yana suv quyding. Qanday hodisa kuzatiladi? Gidroliz muvozanatiga vodorod ionlar konsentratsiyasining o'zgarishi qanday ta'sir etadi?

b) Natriy atsetatning 0,5 n eritmasidan ozgina olib, unga 2-3 tomchi fenolftalein qo'shing. Eritma qanday rangga o'tishini daftarga yozib oling. So'ngra

eritmaning yarmisini boshqa probirkaga (kontrol namuna tarzida) quyib qo'ying. Qolgan suyuqlikni qaynaguncha qizdiring. Eritma qanday rangga o'tadi? Bu rangni «kontrol» eritma rangi bilan solishtirib ko'ring. Kuzatilgan hodisani izohlab bering.

4. To'liq gidroliz.

Probirkaga alyuminiy tuzi eritmasidan olib, uning ustiga natriy karbonat Na_2CO_3 eritmasidan quying. Probirkani qizdiring hosil bo'lgan cho'kmani filtirlab oling; cho'kmani qaynoq suv bilan ortiqcha Na_2CO_3 ni yo'qoting. Hosil qilingan cho'kma alyuminiy karbonat bo'lmay, balki alyuminiy gidroksid ekanligini isbot qiling. Alyuminiy karbonatning hosil bo'lish va gidrolizlanish reaksiyalari tenglamalarini tuzing.

5. Tuz eritmalarining gidrolizida reaksiya muhiti.

a) laboratoriyada mavjud bo'lgan reaktivlardan kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuzlar eritmalarini tanlab oling. Probirkaga bir asosli kislota tuzining eritmasini soling, ikkinchi probirkaga esa, ko'p asosli kislota eritmasini soling. Shisha tayoqcha bilan reaksiya muhitni tekshiring. Olingan tuzlarning gidrolizlanish reaksiyalari tenglamasini ionli va molekulyar shaklda yozing. Qaysi holda gidroliz bosqichli bo'ladi?

b) Mis (II) sulfatni gidroliz reaksiyasini ionli va molekulyar shaklda yozing. Lakmusga bu eritma qanday ta'sir ko'rsatadi? Tajribani bajarib, xulosangizni to'g'riligini tekshiring.

Qaysi ionlar lakmus rangini o'zgartiradi? Qanday jarayon natijasida bu ionlar hosil bo'ladi?

v) Natriy xlorid eritmasi lakmusga qanday ta'sir qilishi kerak? Xulosalaringiz to'g'riligini tajribada tekshiring.

Tuzlar eritmalarini indikatorlarda sinash natijalarini quyidagi jadval shaklida yozing.

Formula	Lakmusni ranggi	Reaksiya muhiti	Eritmada pH qiymati $\text{pH}=7$, $\text{pH}<7$, $\text{pH}>7$.