



ISSN 1728-8975

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті
Казахский национальный педагогический университет имени Абая
Kazakh National Pedagogical University named after Abai

ХАБАРШЫ ВЕСТНИК BULLETIN

«Жаратылыстану-география ғылымдары» сериясы

Серия «Естественно-географические науки»

Series of «Natural-geographical sciences»

№1(47), 2016



Алматы

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР

Бейсенова Ә.С., Каймулдинова К.Д., Искакова Р.Т., Алмасқаров Д.Т. Жезқазғанның монокала ретінде дамуының экологиялық-географиялық аспектілері.....	3
Каймулдинова К.Д., Сардарова У.Б. Оңтүстік Қазақстан облысының әлеуметтік-экономикалық даму үрдісі.....	11
Сағындықова Ж., Сағындықов А. Қазақтың Ұлы даласының – атакты үш биінің географиясы.....	17
Бердыгулова Г.Е., Қалдыбекова Р.Е., Бейкитова А.Н. Нарықтық қатынастар жағдайындағы Оңтүстік қазақстан облысы, Сарыағаш ауданының ауыл шаруашылығының даму мүмкіншіліктері.....	20

ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Бектуров Е.А., Жунусбай А.М., Кудайбергенов С.Е., Жумалы А.А. Синтез и сорбционные свойства макропористых криогелей на основе акриламида и полиэтиленimina.....	25
Бектенов Н.А., Қонысбаева Ф.Ж. Трилон Б негізіндегі жаңа комплексон алу.....	32
Бекішев К., Ізгілік А. «Тұздар гидролизі» тақырыбына есептер шығару әдістемесі.....	37
Бутенко В.В., Троеглазова А.В., Аубакирова Р.А., Кабдрахманова С.К., Жилкашинова А.М. Обзор титриметрических и фотометрических методов контроля теллура в образцах природного и техногенного происхождения.....	46
Сагимбаева А.Е., Жандабаева М.Ә. «Химия» оқу-зертханалық кешенін пайдаланып физикалық химия пәнінен зертханалық сабақтар жүргізу ерекшеліктері.....	51
Азымбаева Г.Т., Алыкпашова А.Б. Органикалық қосылыстардың талдау спектрлік әдістерін оқып үйрену барысында студенттердің ғылыми-теориялық білімді қалыптастыру.....	55

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Нуржанова А.А., Сейлова Л.Б., Маханова А.С. Пестицидтермен топырақтың ластануының фитомониторингісі.....	61
Айдарбасва Д.К., Увалиев Т.О. Ресурсы пищевых и лекарственных растений хребта Алтайский Тарбагатай.....	64
Тұңғышбаева З.Б., Онгарбасва А., Мәлікқызы Г., Жапатбекова Б. Лимфа түйініндегі қан тамырларының ұйымдасу құрылымын тагансорбентпен қалпына келтіру...	68
Шыныбекова Ш.С., Ташенова Г.К. Егеуқұйрықтардың жасанды қант диабеті кезіндегі лимфа түйіндерінің жиырылу белсенділігі.....	72

ЭКОЛОГИЯ

Шілдебаев Ж.Б., Исанов А.Т. Іле-Балқаш су алабының қазіргі экологиялық жағдайы.....	77
Джусупова Д.Б., Касабеков М.Т. Некоторые формы применения информационных компьютерных технологий в обучении студентов специальности «Экология».....	80
Буламбаев Ж.А., Боранқұлова Д.М., Сулейменова С.Ж. Білім беруде экологиялық мәдениетті қалыптастырудың маңызы.....	85

available. You can use them to solve problems coordination chemistry from theoretical, as defined in national economies. The formation of complexons in aqueous solutions of complexing with metal ions belong To the main property.

Keywords: methyl methacrylate (MMA), glycidyl methacrylate (GMA), Trilon B (EDTA) – N,N' - " ethylenediaminetetra-acetic acid, DMF is N,N-Dimethylformamide, copolymer (CP), the static exchange capacity (SEC), infrared spectroscopy (IS).

ӘОЖ 543.7 (075.8)

«ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗІ» ТАҚЫРЫБЫНА ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Бекішев К. - Педагогика ғылымдарының докторы, ҚазҰУ профессоры,

kurmanbekishev@gmail.com

Ізгілік А. - Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ магистранты, *amangul.9305@bk.ru*

Мақалада жоғары оқу орындарының жалпы және бейорганикалық химия курсының «Электролит ерітінділеріндегі иондық тепе-теңдіктер» модулі аумағындағы «Тұздардың гидролизі» тақырыбын оқыту үрдісінде қолдануға арналған сандық есептерді шығару әдістемелерінің үлгілері және өз бетінше шығаруға арналған типтік есептердің жиынтығы, сонымен қатар есеп шығаруға мейлінше қажетті теориялық кіріспе келтірілген. Шығару үлгілері келтірілген типтік есептер жиі кездесетін және күрделілігі әртүрлі есептердің негізгі типтерін толық қамтиды. Өз бетінше шығаруға арналған есептерді шығару арқылы студенттер осы тақырыпты қаншалықты меңгергенін тексере алады.

Түйін сөздер: иондық тепе-теңдіктер, гидролиз, гидролиз дәрежесі, гидролиз константасы, бірге жүретін гидролиз, қайтымсыз гидролиз.

Теориялық кіріспе

Тұздардың сулы ерітінділерін зерттеген кезде олар қышқылдық немесе сілтілік ортаға ие болатыны байқалды, яғни олар қышқылдық-негіздік индикатор түсін өзгертеді. Мысалы, төменгі кестеде кейбір зертханалық тәжірибелердің нәтижелері көрсетілген.

Кесте 1

Ерітінді	Лакмус	Фенолфталеин	Метилоранж
NaCN	көк	танқурай түсті	сары
NH ₄ Cl	қызыл	түссіз	ашық қызыл
NaCl	күлгін	түссіз	қызғылт сары
H ₂ O	күлгін	түссіз	қызғылт сары

Кез келген тұзды қышқыл мен негіз және олардың ерітінділері арасындағы бейтараптану реакциясының нәтижесі ретінде қарастыруға болады. Бірақ тәжірибеден көріп отырғанымыздай тек натрий хлориді ерітіндісінде түс өзгермеді, ал қалған жағдайда – олардың біреуі түсін өзгертеді. Индикатор түсінің өзгеруі химиялық реакцияның белгісі. Басқа да деректер бар. Мысалы, алюминий сульфиді суда ерігенде ақ тұнба түзіледі және жағымсыз шіріген жұмыртқа иісі бар газ бөлінеді. Бұл деректі қалай түсіндіруге болады? Тұз суда ерігенде қандай процестер жүруі мүмкін?

Электролиттік диссоциация теориясы бұл деректі түсіндіре алады. Тұздар ерігенде иондарға ыдырайды, түзілген катион және аниондар, немесе екеуі де нәтижесінде индикатор түсін өзгертетін H⁺ немесе OH⁻ иондары бөліне жүретін аз диссоциацияланатын өнімдер түзілетін су молекулаларымен өзара әрекеттесуі мүмкін.

Аз диссоциацияланатын өнімдердің (әлсіз қышқыл немесе негіз молекулаларының, қышқыл тұздардың аниондарының немесе негіздік тұздардың катиондарының) түзілуіне әкелетін және ортаның рН мәнінің өзгеруімен жүретін еріген тұз иондарының су молекулаларымен өзара алмасын әрекеттесуі гидролиз деп аталады.

Тұздардың қышқылдық және негіздік күштеріне байланысты келесідей жіктеуге болады:

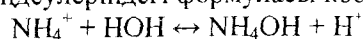
1. Күшті қышқыл және әлсіз негізден түзілген тұздар;
2. Әлсіз қышқыл және күшті негізден түзілген тұздар;
3. Әлсіз қышқыл және әлсіз негізден түзілген тұздар;
4. Күшті қышқыл және күшті негізден түзілген тұздар;

Соңғысы гидролизге ұшырамайды, себебі нәтижесінде қайтадан күшті электролиттер түзілуі мүмкін. Тұздардың қалған барлық түрлері оларды түзген электролиттің күшіне байланысты көп немесе аз мөлшерде гидролизге ұшырауы мүмкін. Қышқыл немесе негіз қаншалықты әлсіз болса, гидролиз соншалықты терең жүреді [2].

Басқа тұздар үшін ондағы катион, анион және тұздың басқа иондарының болуына байланысты гидролиздің үш түрін бөлуге болады.

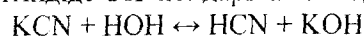
Күшті қышқыл және әлсіз негізден түзілген тұздар (NH_4Cl , CuSO_4 және т.б.) *катион бойынша гидролизді* сипаттайды. Бұл жағдайда тұздардың катиондары судың OH^- иондарымен байланысып жүйенің тепе-теңдігі оңға $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ығысады. Ығысу дәрежесі гидролиз өнімінің K_d шамасымен анықталады. Осы мән қаншалықты төмен болса, OH^- иондары соншалықты көп байланысады, сәйкесінше тұз ерітіндісінде H^+ иондарының тепе-теңдік концентрациясы артады және гидролиз күштірек жүреді.

Гидролиздегі судың H^+ және OH^- иондарының бар екендігін көрсету үшін оның мұндай реакция теңдеулеріндегі формуласы көбіне HON болып көрсетіледі, мысалы:

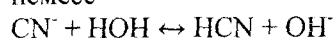


$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ – қышқыл орта, $\text{pH} < 7$

Әлсіз қышқыл және күшті негізден түзілген тұздар (CH_3COONa , KCN және т.б.) *анион бойынша гидролизді* сипаттайды. Бұл жағдайда тұздың аниондары судың H^+ иондарымен байланысады және ерітіндіде OH^- иондары жиналады, мысалы:

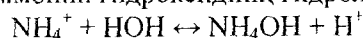


немесе

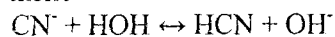


$[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ – сілтілік орта, $\text{pH} > 7$

Әлсіз қышқыл және әлсіз негізден түзілген тұздарға *катион және анион бойынша гидролиз* тән. Аммоний гидроксидінің гидролизі мысал бола алады:



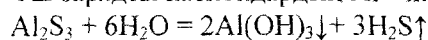
және



Екі процесс те H^+ және OH^- иондарымен байланысатын болғандықтан бір-бірін күшейтеді. Мұндай тұздардың ерітінділерінің реакциясы гидролиз өнімдерінің диссоциация константасы шамаларының қатынасымен анықталады. Аммоний цианид ерітіндісі әлсіз сілтілік реакция болып табылады, $K_D(\text{NH}_4\text{OH}) > K_D(\text{HCN})$ (сәйкесінше, $1,8 \cdot 10^{-5}$ және $7,9 \cdot 10^{-9}$). Мұндай типті тұздардың, мысалы $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ерітінділерінің бейтараптығы қышқыл және негіздің гидролизі кезінде түзілетін K_d мәндерінің теңдігіне негізделеді.

Егер тұздардың гидролизі нәтижесінде қиын еритін немесе газ түріндегі заттар түзілетін болса, онда олар қажетті мөлшерде жиналғанда ерітіндіде тепе-теңдікті толығымен ығыстыратын және гидролизді қайтымсыз ететін тұнба түседі немесе газ түзіледі.

Үш зарядты катиондардың Al^{3+} және Cr^{3+} сульфидтері мысал бола алады:



Гидролиздің константасы және дәрежесі

Гидролизді гидролиздің константасы және гидролиз дәрежесі сипаттайды [2]. Гидролиз дәрежесі h дегеніміз гидролизденген тұз молекулаларының санының еріген тұз молекулаларының жалпы санына қатынасы:

$$h = \frac{\text{гидролизденген тұз молекулалар саны}}{\text{жалпы еріген тұз молекулалар саны}} \cdot 100$$

Гидролиз дәрежесі келесі факторлармен анықталады: диссоциация константасы, тұз ерітіндінің концентрациясы және температура.

Гидролиз константасы K_f деп гидролиз өнімдерінің концентрацияларының көбейтіндісінің гидролизденбеген тұздардың концентрацияларына қатынасын айтамыз. $\text{CN}^- + \text{HON} \leftrightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$ реакциясы үшін тепе-теңдік константасы

$$K = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-][\text{H}_2\text{O}]}$$

$[H_2O]$ тұрақты шама болғандықтан теңдіктің сол жағына алмастырылады, ол жаңа тұрақты шама гидролиз константасын көрсетеді:

$$K[H_2O] = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]}$$

K_r шамасының гидролиз дәрежесінен ерекшелігі ерітіндінің концентрациясына тәуелді емес, сондықтан процесті сипаттауға тиімді болып табылады.

Мысалы, 0,1М ерітіндідегі натрий ацетатының гидролиз дәрежесі қандай? Осы ерітіндінің рН мәнін есептеңіздер.

$$K_r = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

Бірақ

$$K_r = \frac{K_w}{K_{қышк}} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,5 \cdot 10^{-10}.$$

Түзілген сірке қышқылының концентрациясы OH^- иондарының концентрациясына тең және осы шамалардың әрбірі гидролизге ұшыраған тұздың мөлшеріне тең, ацетат ионының концентрациясына тұздың бастапқы концентрациясына тең деп қабылдаймыз, яғни 0,1 моль/л.

Бұл жағдайда $K_r = [OH^-]^2/C$

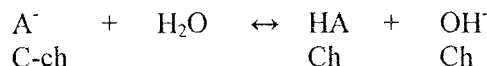
$$[OH^-] = \sqrt{5,5 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1} = 7,4 \cdot 10^{-6} \text{ моль / л}$$

Сәйкесінше, осынша мөлшердегі тұз гидролизге ұшырады. Гидролиз дәрежесі h :

$$h = \frac{7,4 \cdot 10^{-6}}{0,1} = 7,4 \cdot 10^{-5},$$

$$pOH = 6 - \lg 7,4 = 5,1, \quad pH = 14 - 5,1 = 8,9.$$

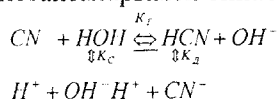
Жалпы жағдайда, әлсіз қышқыл анионының A^- бастапқы концентрациясын C моль/л арқылы белгілесек:



$$K_r = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{Ch \cdot Ch}{C - Ch} = \frac{Ch^2}{1 - h}$$

$$h \text{ мәні аз болғанда: } K_r = ch^2, \quad h = \sqrt{K_r / c}.$$

Тұздардың сулы ерітіндісінде үш өзара байланысты қайтымды процесс жүреді: судың диссоциациясы, тұздың гидролизі және гидролиз өнімдерінің диссоциациясы. Сәйкес тепе-теңдіктер гидролиздің кез келген реакциясын қолдана отырып табуға болатын K_w , K_r және K_D константаларымен сипатталады, мысалы:



Орнатылған тепе-теңдікте ерітіндідегі H^+ иондарының концентрациясы әр тепе-теңдік жүйе үшін бірдей, сондықтан

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{K_D[HCN]}{[CN^-]},$$

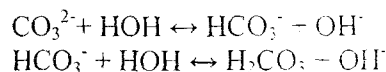
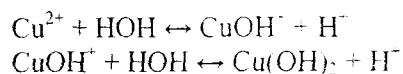
бұдан

$$K_r = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} = K_w / K_D,$$

яғни тұз гидролизінің константасы судың иондық көбейтіндісінің гидролиз өнімінің диссоциациясы константасының қатынасына тең [1]. Егер тұз әлсіз қышқыл және әлсіз негізден түзілген болса, онда

$$K_r = \frac{K_w}{[K_{D_1}][K_{D_2}]},$$

мұндағы K_{D_1} - және K_{D_2} - катион және анион бойынша өнімдердің диссоциация константасы. Көп зарядты катион немесе аниондардың түзілген тұздарының гидролизі саны гидролизденетін ион зарядының сандық мәнімен анықталатын сатылардан өтеді. Мысалы, мыс (II) хлориді және натрий карбонаты екі саты бойынша гидролизденеді:

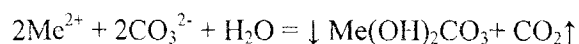


Тендеуден көріп отырғанымыздай гидролиздің 1-сатысында гидроксокатион немесе гидроаниондар түзіледі. Олардың K_D мәні гидролиздің 2-саты өнімдері болып табылатын сәйкес қышқыл және негіздердің K_D мәндерінен төмен болады.

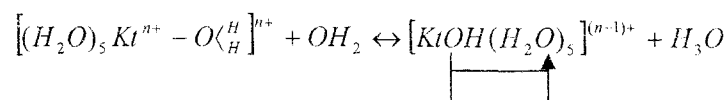
K_{D_2} мәні әрқашан K_{D_1} мәнінен жоғары болады деп айта аламыз. Бұл ерекшелік гидролиздің бірінші интенсивті сатысынан түзілген H^+ және OH^- иондары келесі саты бойынша гидролиз дәрежесін төмендетеді. Нәтижесінде тұздардың гидролизін бағалауда шектелетін тек 1-саты бойынша жүретін процесс практикалық маңызға ие. Қышқыл тұздардың, мысалы NaHCO_3 ерітіндісінде HCO_3^- анионының ерітіндісі орта тұз (Na_2CO_3) ерітіндінің бірінші сатысында жүретін OH^- иондары болмағандықтан интенсивті жүреді.

Гидротүзірітінділерінің реакциясы гидроионның екі шамасының – K^+ және K_2^- катынастарына байланысты қышқыл немесе сілті болуы мүмкін. NaHCO_3 ерітіндісі $\text{K}(\text{HCO}_3)$ анықтағанда $[\text{OH}^-]$ иондары K_D (HCO_3^-) анықтағанда $[\text{H}^+]$ иондарынан көп болғандықтан әлсіз сілтілі реакция болып табылады.

Егер біреуі катион бойынша (H^+ артық мөлшерде), екіншісі анион бойынша (OH^- артық мөлшерде) гидролизденетін екі тұздың ерітінділерін араластырсақ, онда судың аз диссоциацияланатын иондарының түзілуінен олардың гидролизінің күшеюі жүреді. Нәтижесінде мысалы, көп екі зарядты катиондарының (Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} және т.б.) тұздарының ерітінділеріне соданы қосқанда тұнба түзілуі немесе газ түріндегі заттар бөлінуі мүмкін. Бұл жағдайда тұнбаға карбонаттар емес, гидроксокарбонаттар тұнбаға түседі, MeOH^+ иондарының концентрациясын арттырғанда Me^{2+} гидролизінің дәрежесінің жоғарылауы оны аз еритін негізгі тұздың $\text{Me}(\text{OH})_2\text{CO}_3$ түзілуіне жеткілікті етеді. Анион гидролизінің дәрежесінің жоғарылауы ерітіндіден H_2CO_3 және сәйкесінше оның судағы ерігіштігін арттыратын осындай массалы CO_2 түзілуіне алып келеді. Барлық процесс иондық-молекулалық формада келтіріледі:



Егер сулы ерітіндідегі тұз иондарының гидратирленген күйін ескерсек, онда катион бойынша гидролизді аквакомплексінің қышқылдық диссоциациясы ретінде қарауға болады:



немесе 2-саты бойынша

$[\text{KtOH}(\text{H}_2\text{O})_5]^{n-1+} + \text{HON} \leftrightarrow [\text{Kt}(\text{OH})_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_4]^{(n-2)+} + \text{H}_3\text{O}^+$. Осылайша, катион бойынша гидролиз нәтижесінде аквагидрокомплексер түзіледі.

Күшті негіздердің катиондары (сілтілі және сілтілі жер металдардың үлкен радиусқа және сыртқы электрондық қабатының сегіз электронды конфигурациясына ие болғандықтан судың координирленген молекулаларын әлсіз поляризациялайды. Сондықтан бұл жағдайда аквакомплексердің қышқылдық диссоциациясы болмайды және катион бойынша тұздардың гидролизі жүрмейді.

Аниондардың гидратациясы сутектік байланыс себебінен жүреді: Al^{3-} , H_2SiO_3 сутек атомының аниондарының байланысының түзілуі оның оттегі атомдарының байланысын әлсіздетіледі, ал бұл су молекулаларынан OH^- иондарының бөлінуі мүмкіндігіне әкеледі.

Сутектік байланыс қаншалықты төмен болса, процесс оңай жүреді. Яғни, қышқылдардың аниондары CN^- , ClO^- , CO_3^{2-} , CH_3COO^- берік сутектік байланысқа ие, гидролиз дәрежесі жоғары болады.

Кесте 2

Қышқыл және негіздерден әсер еткенде индикатор түсінің өзгеруі

Индикатор	Ортадағы индикатор түсі		
	қышқыл (pH < 7)	бейтарап (pH = 7)	сілтілік (pH > 7)
Лакмус	қызыл	күлгін	көк
Метилоранж	ашық қызыл	қызыл сары	сары
Фенофталеин	түссіз	түссіз	таңқурай түсті

Типтік есептер шығару үлгілері

1-мысал. Натрий гидрокарбонатының 0,1М сулы ерітіндісіндегі гидролиз дәрежесі қандай?

Шешуі.

$$C_T = \sqrt{K_f \cdot (HCO_3^- \cdot c(HCO_3^-))} = \sqrt{2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{25 \cdot 10^{-10}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л. Онда бұл ерітіндіде } h(CO_3^{2-}) = 5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4} = 0,05\%.$$

2-мысал. Концентрациясы 0,05 М калий формиаты ерітіндісіндегі гидролиз константасы және гидролиз дәрежесін анықтаңыздар.

Шешуі.

$$K_f = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-4}} = 5,5 \cdot 10^{-11}$$

$$h = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05}} = \sqrt{11 \cdot 10^{-10}} \approx 3,3 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{немесе } 3,3 \cdot 10^{-5} \cdot 100 = 0,0033\%.$$

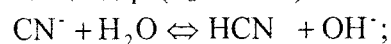
3-мысал. Концентрациясы 0,03 М аммоний нитраты ерітіндісіндегі гидролиз константасын және гидролиз дәрежесін анықтаңыздар.

Шешуі.

$$K_f = \frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = 6 \cdot 10^{-10}$$

$$h = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-4} \cdot 0,03}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-8}} \approx 1,4 \cdot 10^{-4}$$

4- мысал. Берілген реакция бойынша CN⁻ анионының негіздік константасы мәнін (K_b) анықтаңыздар ($K_a = 5 \cdot 10^{-10}$).



Шешуі: $K_{a(HCN)} = 5 \cdot 10^{-10}$, бұдан:

$$K_b = \frac{[HCN][OH^-]}{[CN^-]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{a(HCN)}},$$

$$K_b = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5 \cdot 10^{-10}} = 2 \cdot 10^{-5}.$$

5-мысал. Гидролиз дәрежесін және pH мәнін есептеңіздер:

а) 0,1 М CH₃COONa ерітіндісі ($K_a(CH_3COOH) = 1,74 \cdot 10^{-5}$).

б) 0,01 М NaIO ерітіндісі ($K_a(HIO) = 2,5 \cdot 10^{-11}$).

Шешуі:

$$\text{а) } K_b = \frac{10^{-14}}{1,74 \cdot 10^{-5}} = 5,7 \cdot 10^{-10};$$

сәйкесінше, есептеулерді келесі формуламен жүргізуге болады

$$h = \sqrt{\frac{K_b}{C}} = \sqrt{\frac{5,7 \cdot 10^{-10}}{0,1}} = 7,6 \cdot 10^{-5},$$

$$[\text{OH}^-] = Ch = 0,1 \cdot 7,6 \cdot 10^{-5} = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л};$$

$$\text{pOH} = 6 - \lg 7,6 = 5,12; \text{pH} = 8,88 \approx 8,9.$$

$$\text{b) } K_b = \frac{10 \cdot 10^{-15}}{2,5 \cdot 10^{-11}} = 4 \cdot 10^{-4};$$

$$\frac{C}{K_b} = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}} = 25 < 10^2.$$

Бұл жағдайда h мәнін келесі формула бойынша есептейміз:

$$h = \frac{-K_b + \sqrt{K_b^2 + 4K_b C}}{2C};$$

$$h = \frac{-4 \cdot 10^{-4} + \sqrt{(4 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}}{2 \cdot 10^{-2}} = \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} = 0,18;$$

$$[\text{OH}^-] = Ch = 10^{-2} \cdot 0,18 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л};$$

$$\text{pOH} = 3 - \lg 1,8 = 2,75; \text{pH} = 11,25.$$

6-мысал. Концентрациясы 0,05 М ерітіндісіндегі натрий ацетаты ерітіндісінің $[\text{H}^+]$ және pH мәндерін анықтаңыздар.

Шешуі.

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 0,05}{1,74 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-16}}{1,74 \cdot 10^{-5}}} = 5,42 \cdot 10^{-6};$$

$$[\text{OH}^-] = 5,42 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

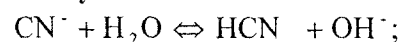
$$h = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}}{0,05}} = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-18}}{0,5}} \approx 1,9 \cdot 10^{-9};$$

$$[\text{H}^+] = 1,9 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л.}$$

$$\text{pH} = 7 - 1/2 \lg(1,74 \cdot 10^{-5}) + 1/2 \lg 0,05 = 7 + 2,38 = 9,387$$

7-мысал. 0,05 М KCN ерітіндісінің гидролиз дәрежесін және pH мәнін анықтаңыздар ($K_a = 5 \cdot 10^{-10}$).

Шешуі:



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

$$[\text{HCN}] = [\text{OH}^-] = x. \text{ десек, онда}$$

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

$$\text{pOH} = 3,00$$

$$\text{pH} = 14,00 - 3,00 = 11,00.$$

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

8-мысал. 0,01 М аммоний ацетаты ерітіндісінің гидролиз дәрежесін және pH мәнін анықтаңыздар ($K_a = 1,74 \cdot 10^{-5}$; $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$).

Шешуі:

Тендеу бойынша гидролиз константасын K_h табамыз:

$$K_h = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}} = 3,06 \cdot 10^{-5},$$

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{3,06 \cdot 10^{-5}} = 5,53 \cdot 10^{-3},$$

$$h = 5,53 \cdot 10^{-3} - 5,53 \cdot 10^{-3} h,$$

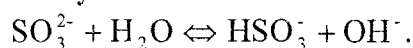
$$h(1 + 5,53 \cdot 10^{-3}) = 5,53 \cdot 10^{-3},$$

$$h = \frac{5,53 \cdot 10^{-3}}{1,0055} \cdot 100 = 0,55\%,$$

$$pH = 7 + \frac{1}{2} \cdot 4,75 - \frac{1}{2} \cdot 4,76 = 7,00.$$

9- мысал. 0,01 М натрий сульфиті ерітіндісінің гидролиз дәрежесін және pH есептеңіздер.

Шешуі:



$$K_h = \frac{[HSO_3^-][OH^-]}{[SO_3^{2-}]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{6,31 \cdot 10^{-8}},$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot 10^{-2}}{6,2 \cdot 10^{-8}}} = 4,02 \cdot 10^{-5} \text{ М},$$

$$pOH = 5 - \lg 4,02 = 4,40; pH = 14 - 4,4 = 9,60.$$

$$h = \frac{4,02 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-2}} \cdot 100 = 0,40\%.$$

10-мысал. Концентрациясы 0,1 моль/л ерітіндіде натрий карбонатының гидролизінің бірінші сатыдан екінші сатыға өткендегі K_f және h мәндері қалай өзгереді?

Шешуі. Гидролиздің бірінші сатысы:

$$K_f(CO_3^{2-})_1 = \frac{K_c}{K_d(HCO_3^-)} = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-11}} = 2 \cdot 10^{-4}.$$

$[HCO_3^-] = [OH^-] = c_f(CO_3^{2-})$, егер бұл концентрацияларды x арқылы белгілесек, онда

$$K_f = \frac{x^2}{[CO_3^{2-}]} \text{ немесе } x = \sqrt{K_f [CO_3^{2-}]}, [CO_3^{2-}] = 0,1 \text{ моль/л болғандықтан,}$$

$$x = \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{20 \cdot 10^{-6}} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

$$h = 4,5 \cdot 10^{-3} / 10^{-1} = 4,5 \cdot 10^{-2} = 4,5\%$$

Гидролиздің екінші сатысы:

$$K_f(CO_3^{2-})_2 = \frac{[H_2CO_3][OH^-]}{[HCO_3^-]} = \frac{K_c}{K_d(H_2CO_3)} = 10^{-14} / 4 \cdot 10^{-7} = 2,5 \cdot 10^{-8}.$$

Ерітіндіде OH^- иондарының концентрациясы гидролиздің бірінші сатысында түзілетін OH^- иондарымен анықталады. Сондықтан $[OH^-] = [HCO_3^-] = 4,5 \cdot 10^{-3}$ деп есептеуге болады. Сонда

$$c_f(HCO_3^-) = [H_2CO_3] = K_f(CO_3^{2-})_2 = \frac{[H_2CO_3]}{[OH^-]} = 2,5 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{4,5 \cdot 10^{-3}}{4,5 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \cdot 10^{-8},$$

сәйкесінше

$$h(CO_3^{2-})_2 = c_f(HCO_3^-) / c(HCO_3^-) = \frac{2,5 \cdot 10^{-8}}{4,5 \cdot 10^{-3}} = 5,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{немесе } h(CO_3^{2-})_2 = 0,0005\%.$$

Өз бетімен шығаруға арналған есептер.

- Молярлы концентрациясы 0,1; 0,001 және 10 моль/л ерітіндідегі натрий ацетаты және калий формиатының гидролиз дәрежесін есептеңіздер.
- Аммоний хлориді (NH_4Cl) және калий цианиді (KCN) ерітіндісіндегі гидролизденген тұздың концентрациясы және гидролиз дәрежесі нешеге тең, олар үшін $c=0,1$ моль/л болсын.
- Концентрациясы 0,1 моль/л ерітіндідегі сілтілік металл және бір негізді қышқыл тұзының гидролиз дәрежесі 0,0014% тең. Осы тұздың K_f мәнін және оның қышқылының диссоциация K_D мәнін есептеңіздер.
- Концентрациясы 0,1 моль/л ерітіндідегі NaIO_3 және NaIO гидролиз дәрежесін табыңыздар. Алынған мәннен осы тұздарды түзетін қышқылдың салыстырмалы күші туралы қорытынды жасаңыздар. $K_D(\text{HIO}_3) = 1,6 \cdot 10^{-1}$; $K_D(\text{HIO}) = 2,3 \cdot 10^{-11}$.
- Хлорлылау және сірке қышқылының сілтілік металмен тұздарының K_f мәнін сәйкесінше $2 \cdot 10^{-7}$ және $5,5 \cdot 10^{-10}$ тең. Осы тұздардың концентрациясы 0,05 моль/л ерітіндідегі гидролиз дәрежесін табыңыздар.
- $c = 0,5$ моль/л болғандағы ерітіндінің 1-сатысы бойынша $K_D(\text{ZnOH}^+) = 1,5 \cdot 10^{-9}$ мәнін есептеңіздер.
- Концентрациясы 0,1 моль/л ерітіндідегі келесі тұздардың: NH_4Br , K_2CO_3 , $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{Na}$ гидролиз дәрежесін және рН мәнін есептеңіздер.
- Келесі гидротұздардың: NaHCO_3 , NaHSO_3 және Na_2HPO_4 ерітінділерінің ортасын экспериментке жүгінбей қалай анықтауға болатынын көрсетіңіздер. Бірдей тұздар үшін концентрациясы 0,01 моль/л ерітіндідегі гидролиз дәрежесін есептеңіздер.
- Жоғарыда келтірілген мысалдардан:
 - Бірдей концентрациядағы NaHCO_3 ерітіндісіндегі $\text{h}(\text{HCO}_3^-)$ Na_2CO_3 ерітіндісіндегі $\text{h}(\text{HCO}_3^-)$ неше есе көп екенін көрсетіңіздер, әр түрлі болу себебін түсіндіріңіздер. $K_D = 4,7 \cdot 10^{-11}$ моль/л кезіндегі NaHCO_3 ерітіндісіндегі $[\text{H}^+]$ есептеңіздер және тұздардың гидролиз дәрежесінде түзілген OH^- иондарының концентрациясымен салыстырыңыздар.
- Фосфор және мышьяк қышқылдары үшін (H_3PO_4 және H_3AsO_4) бірінші және екінші сатыдан отырып, натрий дигидрофосфатының гидролиз дәрежесі концентрациялары бірдей ерітіндідегі натрий дигидроарсенитінің гидролиз дәрежесінен неше есе көп немесе аз екенін анықтаңыздар.
- $K_D(\text{H}_2\text{SO}_3)$ мәнін қолдана отырып, бірінші және екінші саты бойынша $K_D(\text{HSO}_3^-)$ және $K_f(\text{SO}_3^{2-})_2$ табыңыздар.
- Сатылы $K_D(\text{H}_3\text{PO}_4)$ мәндері бойынша сатылы $K_f(\text{PO}_4^{3-})$ есептеңіздер. Бірінші және екінші сатыдан соңғысына бұл шаманың өзгеру себебін және бағытын түсіндіріңіздер.
- Концентрациялары бірдей ерітіндідегі екі гидротұздың Na_2HPO_4 және NaH_2PO_4 гидролиз дәрежесін салыстырыңыздар.
- Концентрациясы 0,005н KCN ерітіндісіндегі гидролиз дәрежесін және рН мәнін анықтаңыздар ($K_{\text{HCN}} = 4,9 \cdot 10^{-10}$).
- Концентрациясы 0,003 н калий гипохлориді ерітіндісінің сатылы гидролиз дәрежесін табыңыз. Осы тұздың гидролиз дәрежесін есептеңіздер.
- Келесі тұздардың: NH_4CN , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, NH_4ClO K_f мәнін есептеңіздер. Олармен тең NH_4OH , HCN , CH_3COOH және HClO диссоциация константалары $1,77 \cdot 10^{-5}$; $4,9 \cdot 10^{-10}$; $1,75 \cdot 10^{-5}$; $3,5 \cdot 10^{-8}$.
- Натрий формиаты ерітіндісінің гидролиз константасын есептеңіздер. 0,1 М ерітіндідегі тұздың гидролиз дәрежесі және ерітіндінің рН мәні нешеге тең?
- Калий гипохлориті ерітіндісінің гидролиз константасын есептеңіздер. 0,1 М ерітіндідегі тұздың гидролиз дәрежесі және ерітіндінің рН мәні нешеге тең?
- Аммоний хлориді ерітіндісінің гидролиз константасын есептеңіздер. 0,1 М ерітіндідегі тұздың гидролиз дәрежесі және ерітіндінің рН мәні нешеге тең?
- Натрий ортофосфатының гидролиз дәрежесін, 0,1М ерітіндідегі тұздың гидролиз дәрежесі және ерітіндінің рН мәнін есептеңіздер.
- Натрий ортофосфатының гидролиз дәрежесін есептеңіздер. а) $2 \cdot 10^{-13}$ моль/л ерітіндісін; б) 0,1 М Na_3PO_4 ерітіндісін рН мәндері қандай? Екі жағдайдағы тұздардың гидролиз дәрежесін есептеңіздер.
- Натрий сульфитінің гидролиз константасын, 0,1 М ерітіндідегі тұздың гидролиз дәрежесін және рН мәнін есептеңіздер.

Жауаптары:

1. NaNO_2 : $1,6 \cdot 10^{-5}$; $1,58 \cdot 10^{-4}$; $1,58 \cdot 10^{-6}$. HCOOK : $2,4 \cdot 10^{-5}$; $2,4 \cdot 10^{-4}$; $2,4 \cdot 10^{-6}$. 2. $7,45 \cdot 10^{-5}$ және $7,45 \cdot 10^{-6}$ моль/л; $1,12 \cdot 10^{-2}$ және $1,12 \cdot 10^{-3}$ моль/л. 3. $1,96 \cdot 10^{-11}$; $5 \cdot 10^{-4}$. 4. $7,9 \cdot 10^{-7}$ және $6,6 \cdot 10^{-2}$. 5. $2 \cdot 10^{-3}$ және $1,05 \cdot 10^{-4}$. 6. $3,7 \cdot 10^{-3}$. 7. h – $7,45 \cdot 10^{-5}$; $1,41 \cdot 10^{-3}$; $2,36 \cdot 10^{-5}$; pH – 5,13; 10,15; 8,37. 8. $1,5 \cdot 10^{-3}$; $7,9 \cdot 10^{-6}$; $4,0 \cdot 10^{-3}$. 9. 100 есе; $2,17 \cdot 10^{-6}$; $4,6 \cdot 10^{-5}$. 10. $h(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)$ мәні $h(\text{H}_2\text{PO}_4^-)$ мәнінен 1770 есе үлкен. 11. $1,61 \cdot 10^{-7}$ және $6,25 \cdot 10^{-13}$. 12. $2,38 \cdot 10^{-2}$; $1,61 \cdot 10^{-8}$; $1,38 \cdot 10^{-12}$. 13. $h(\text{HPO}_4^{2-})$ 50,5 есе үлкен $h(\text{H}_2\text{PO}_4^-)$. 14. 0,063; 10,5. 15. $1,06 \cdot 10^{-2}$. 16. 1,15; $3,2 \cdot 10^{-4}$; 0,019. 17. $5,5 \cdot 10^{-11}$; $2,3 \cdot 10^{-5}$; 8,3. 18. $2 \cdot 10^{-7}$; $1,4 \cdot 10^{-3}$; 10,1. 19. $5,5 \cdot 10^{-10}$; $7 \cdot 10^{-5}$; 5,1. 20. $2,1 \cdot 10^{-4}$; $4,7 \cdot 10^{-4}$; 11,7. 21. $2,4 \cdot 10^{-2}$; а) $h=0,1$; $\text{pH}=13,6$; б) $h=0,385$; $\text{pH}=12,6$. 22. $1,6 \cdot 10^{-7}$; $1,26 \cdot 10^{-3}$; 10,1.

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267 с.

2. Васильев В.П., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. – М.: ДРОФА, 2006. – 320 с.

3. Стась Н.Ф., Кориунов А.В. Решение задач по общей химии. – Томск: Изд-во ТГУ, 2009. – 170 с.

4. Пузаков С.А., Попков В.А., Филиппова А.А. Сборник задач и упражнений по общей химии. – М.: Высш. Шк., 2008. – 255 с.

Резюме

Бекишев К. – профессор, д.п.н, kurmanbekishev@gmail.com

Ізгілік А. – магистрант факультета химии и химической технологии, amangul.9305@bk.ru

Казахский национальный университет имени аль – Фараби

Методика решения задач по теме «Гидролиз солей»

В статье кратко обсуждаются теоретические вопросы и методы решения типовых расчетных задач, а также подборка задач для самостоятельной работы по теме «Гидролиз солей» учебного модуля «Ионные равновесия», широко применяемые в учебном процессе курса общей и неорганической химии для высших учебных заведений. Типовые задачи с образцами решений полностью охватывает основные типы задач по сложности. Решая задачи для самостоятельной работы студенты сами могут проверить степень освоения данной темы.

Ключевые слова: ионные равновесия, гидролиз, степень гидролиза, константа гидролиза, совместный гидролиз, необратимый гидролиз.

Summary

Bekishev K. – doctor of pedagogical Sciences, professor, +7-707-2555-239, kurmanbekishev@gmail.com

Izgilik A. – master of the faculty of chemical and chemical technology, amangul.9305@bk.ru

Al-Farabi Kazakh national university

Methods of solving tasks on the theme of «Hydrolysis of salts»

The article is provide theoretical questions and methods of solutions type of tasks. As well as select of tasks for self-work on theme “Hydrolysis of salts” in learning module “Ionic equilibrium” which are used in learning process of course General and Inorganic Chemistry for High Education. Typical problems with sample solutions fully covers the main types of tasks complexity. Solving tasks for self - work of the students themselves can check the degree of mastery of the subject.

Key words: Ionic equilibrium, hydrolysis, degree of hydrolysis, hydrolysis constant, cooperative hydrolysis, irreversible hydrolysis.