

## АНАЛИТИКАЛЫҚ ХИМИЯНЫҢ КЕЙБІР ЕСЕПТЕРІНІҢ ШЫҒАРЫЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жұмағалиева Б.М., Шакеева Р.Ж.

Қазіргі кредиттік технологияның оқу үрдісіне байланысты «Аналитикалық химияда» теориялық және практикалық тарауларды оқып менгеру үшін, студенттер өздік жұмысқа бөлінетін сағаттарда өз бетімен әр тақырыпқа сәйкес есептерді шығарулары қажет. Өкінішке орай, ұксас есептердің шығару жолдары есеп жинағында берілмеген жағдайда, әсіресе студенттерге мемлекеттік тілде өз бетінше шығару өте күрделі.

Аналитикалық реакциялардың көпшілігі ерітіндіде жүреді. Бұл реакциялардың жүру жолдарын, массалар әсері заңына сүйеніп және іргелі қатынастарды қолданып әртүрлі есептер шығару арқылы ғана түсінуге болады. Осыған орай аналитикалық химияның ерітіндіде жүретін иондық тепе – теңдік жағдайына арналған кейбір есептердің шығару жолы ұсынылып отыр.

Есептерді шығаруға келесі реттілікті (алгоритмді) орындаған жөн.

1. Химиялық реакциялардың (тепе–теңдіктің) иондық түрлеріндегі теңдеулерді жазу.

2. Тепе–теңдік константасының өрнектерін жазу және сандық мәндерін табу.

3. Реакция теңдеулеріндегі заттардың химиялық формулаларының төменгі жағына реакцияласатын заттардың тепе–теңдік жағдайындағы концентрацияларын өрнектеу, (тепе–теңдік жағдайындағы ең аз мөлшердегі концентрацияны  $X$  әрпімен өрнектеген жөн).

4. Тепе–теңдік константасының өрнегіне тепе–теңдік жағдайындағы концентрациялардың мәнін қойып, мүмкіндігінше жеңілдететін амалдарды қолдану.

5. Есептеулерді жүргізу

Осы талаптарға сай бірнеше есептердің үлгілері мен шығару жолдары ұсынылып отыр.

**1-есеп.** Көлемі 100мл 0,2М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ерітіндісімен көлемі 100мл 0,1М  $\text{HCl}$  ерітіндісін араластырғандағы ерітіндінің рН-ын есептеңіз.

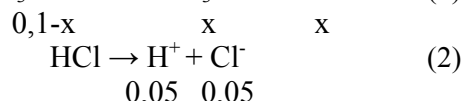
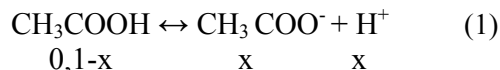
**Шешуі:**

Ерітінділерді араластырғаннан соң ерітіндінің көлемі өзгеруіне байланысты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  және  $\text{HCl}$  ерітінділерінің концентрациялары өзгереді:

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = C_{\text{баст}} (\text{CH}_3\text{COOH})V (\text{CH}_3\text{COOH})/V_{\text{жалпы}} = 0,2 * 100/200 = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{HCl}) = C_{\text{баст}} (\text{HCl})V(\text{HCl}) / V_{\text{жалпы}} = 0,1 * 100/200 = 0,05 \text{ моль/л}$$

1) Ерітіндідегі әлсіз және күшті қышқылдардың тепе – теңдігі төмендегідей жазылады.



2) Бірінші (1) тепе–теңдік диссоциациялану константасымен сипатталады:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = [\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = 1,74 * 10^{-5} \quad (3)$$

Әлсіз қышқыл мен күшті қышқылдың араластырылған жалпы ерітіндісіндегі сутек  $[\text{H}^+]$  ионының тепе–теңдік жағдайындағы концентрациясы  $(x + 0,05)$  қосындысынан тұрады.

3) Диссоциациялану константасының өрнегіне тепе–теңдік жағдайындағы концентрациялардың мәндері қойылады:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = x(x + 0,05) / 0,1 - x = 1,74 * 10^{-5} \quad (4)$$

4) Белгісіз  $x$ -тің мәні 0,05 шамасынан әлдеқайда аз болғандықтан ( $x \ll 0,05$ ) ескермеуге болады.

$$x + 0,05 = 0,05, \text{ сол сияқты } 0,1 - x = 0,1;$$

Осыған орай 4 - теңдеуді жеңілдетуге болады:

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,05 * x / 0,1 = 1,74 * 10^{-5};$$

$$5) X = 0,1 * 1,74 * 10^{-5} / 0,05 = 3,48 * 10^{-5}$$

$$[\text{H}^+] = x + 0,05 = 3,48 * 10^{-5} + 0,05 = 0,05$$

моль/л

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 0,05 = 1,3$$

Есептің нәтижесінен көрініп тұрғандай әлсіз қышқыл мен күшті қышқыл араластырылған ерітіндідегі сутек ионының  $[\text{H}^+]$  концентрациясы күшті қышқылдың концентрациясымен анықталады.

**2-есеп.** Көлемі 500мл 0,2м құмырсқа қышқылына  $\text{HCOOH}$  массасы 3,4г натрий формиатын  $\text{HCOONa}$  қосқандағы құмырсқа қышқылының иондалу дәрежесін есептеңіз.

**Шешуі:**

1) натрий формиатының молярлық концентрациясын табу үшін 1000 мл көлемдегі массасы анықталады.

а) 3,4 - 500мл

x - 1000мл

$$x = 3,4 \cdot 1000 / 500 = 6,8 \text{ г}$$

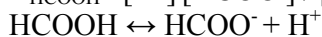
б)  $n = m/M$   $M_{\text{HCOONa}} = 68 \text{ г/моль}$

$n = m/M = 6,8/68 = 0,1 \text{ моль}$

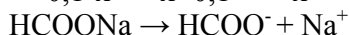
$C = n/V = 0,1 \text{ моль} / 1 \text{ литр} = 0,1 \text{ моль/л}$

2) Тұз қосылғаннан кейінгі сутек ионының  $[H^+]$  концентрациясы белгісіз болғандықтан x деп белгіленеді, ал формиат ионының  $[HCOO^-]$  концентрациясы  $x+0,1$  құмырсқа қышқылының иондалмаған молекуласының концентрациясы 0,1-x

$$K_{\text{HCOOH}} = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} \quad (1)$$



0,1-x    x+0,1    x



Бірінші формулаға мәндері қойылады:

$$K_{\text{HCOOH}} = x(x+0,1) / 0,1-x = 1,8 \cdot 10^{-4};$$

3) Белгісіз x тің мәні 0,1 мәнімен салыстырғанда өте аз  $x \ll 0,1$ , сондықтан оны ескермей есепті жеңілдетуге болады:

$$x \cdot 0,1 / 0,1 = 1,8 \cdot 10^{-4};$$

$$x = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$\alpha = C_{\text{ион}} / C_{\text{жалпы}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} /$$

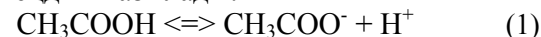
$$0,1 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ немесе } 0,18\%$$

**3-есеп.** Көлемі 1 л ерітіндінің құрамында 0,01M сірке қышқылы  $CH_3COOH$  және 0,001M тұз қышқылы  $HCl$  бар. ( $\sigma_{\text{ион}} HCl=1$ )

Осы ерітіндідегі ацетат-ионының  $(CH_3COO^-)$  концентрациясын анықтаңыздар.

Шешуі:

1) Әлсіз және күшті қышқылдардың тепе-теңдігі жазылады:



2) Тепе-теңдіктер диссоциациялану константасымен сипатталады:

$$K(CH_3COOH) = \frac{(H^+)(CH_3COO^-)}{(CH_3COOH)} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

3) Ерітіндідегі бастапқы сірке қышқылының концентрациясы  $C(CH_3COOH)=0,01$  моль/л, иондалу нәтижесінде  $(CH_3COO^-)=x$  моль/л, ал  $(CH_3COOH)=0,01-x$  деп жазуға болады. Әлсіз қышқыл мен күшті қышқылды араластырғанда сутек ионының концентрациясы  $(H^+) = 0,001+x$ . Диссоциациялану константасының өрнегіне тепе-теңдік жағдайындағы концентрациялардың мәндері қойылады:

$$K=(0,001+x)(x) / (0,01-x)=1,74 \cdot 10^{-5}$$

4) Белгісіз x-тің мәні 0,001 және 0,01 шамасынан әлдеқайда аз болғандықтан ( $x \ll 0,001$ ) ескермеуге болады.  $0,001+x=0,001$ , сол сияқты  $0,01-x=0,01$ . Осыған орай 4-теңдеуді жеңілдетуге болады:

$$K(CH_3COOH) = \frac{0,001x}{0,01} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

$$x = \frac{0,01 \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}}{0,001} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

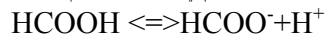
$$(CH_3COO^-)=1,74 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

**4-есеп.** Ерітінді ортасының  $pH=4,3$  болатындай буфер ерітіндісін алу үшін көлемі 200 мл 0,1M  $HCl$  ерітіндісіне қанша натрий формиатын  $HCOONa$  қосу қажет?

Шешуі:

Хлорлы сутек қышқылына натрий формиатын қосқанда құмырсқа қышқылы түзіледі. Егер натрий формиатына хлорлы сутек қышқылының эквиваленттік мөлшері қосылатын болса онда  $C(HCOOH)=C(HCl) = 0,1$  моль/л және ерітінді  $pH=1$  болар еді. Есеп шарты бойынша  $pH=4,3$  болу керек. Сутек ионының концентрациясын төмендету үшін натрий формиатының артық мөлшері қосылады және осы жағдайда ғана формиатты буфер түзіледі.

1) Құмырсқа қышқылы мен натрий формиатының тепе-теңдігі:



2) Ерітінді ортасының  $pH$ -ы 4,3 мәніне сәйкесті  $H^+$  ионының концентрациясы:

$$pH = -\lg(H^+) \text{ Есепті жеңілдету үшін сутек}$$

ионы сол жаққа шығарылады:

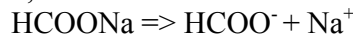
$$\lg(H^+) = -pH = -4,3 \text{ мантисса теріс мән бол-}$$

ғандықтан түрлендіріледі, характеристикаға -1, ал мантиссаға +1 қосылады, **5,70** мәні антилогорифм кестесінен қаралады.

$$\text{Antilg } 5,70 = 5,01 \cdot 10^{-5}, [H^+] = 5,01 \cdot 10^{-5}$$



$$0,1 - 5,01 \cdot 10^{-5} \quad 5,01 \cdot 10^{-5} \quad 5,01 \cdot 10^{-5}$$



x                    x

3) Құмырсқа қышқылының диссоциациялану константасы:

$$K(HCOOH) = \frac{(H^+)(HCOO^-)}{(HCOOH)} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

4) Буферлік жүйедегі  $pH$  4,3 сутек ионының тепе-теңдік концентрациясы  $(H^+)=5,01 \cdot 10^{-5}$ .

Қалған бөлшектердің де тепе-теңдік жүйедегі концентрациясының мәндері анықталып, диссоциациялану константасына қойылады:

$$(HCOOH)=0,1 - 5,01 \cdot 10^{-5}, (HCOO^-)=5,01 \cdot 10^{-5} + x$$

$$K(HCOOH) = \frac{5,01 \cdot 10^{-5} (5,01 \cdot 10^{-5} + x)}{0,1 - 5,01 \cdot 10^{-5}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$$5,01 \cdot 10^{-5} \text{ мәні әлдеқайда } 0,1 \text{ мәнінен кі-}$$

ші болғандықтан оны ескермеуге болады:

$$0,1 - 5,01 \cdot 10^{-5} = 0,1$$

$$5,01 \cdot 10^{-5} \ll x$$

$$1,8 \cdot 10^{-4} = \frac{5,01 \cdot 10^{-8} x}{0,1};$$

$$x = \frac{0,1 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4}}{5,01 \cdot 10^{-8}} = 0,36 \text{ моль/л}$$

$$x = (\text{HCOONa}) = 0,36 \text{ моль/л}$$

5) Натрий формиатының хлорлы сутек қышқылымен әрекеттескен және формиаттық буфер қоспасына енген концентрациясы, яғни жалпы концентрациясы:

$$C(\text{HCOONa}) = 0,1 + 0,36 = 0,46 \text{ моль/л}$$

6) Қосылған натрий формиатының массасы есептеледі:  $M(\text{HCOONa}) = 68,008 \text{ г/моль}$

$$m(\text{HCOONa}) = \frac{0,46 \cdot 200 \cdot 68,008}{1000} = 6,2567 \text{ г.}$$

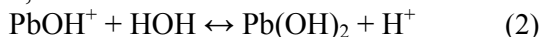
**5-есеп.** Концентрациясы 0,1 М қорғасын нитратының  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  рН-ын есептеңіздер.

Шешуі:

1) Қорғасын нитратының  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  тұзы су ертіндісінде толық диссоциацияланады, осыған орай  $C(\text{Pb}^{2+}) = 0,1 \text{ моль/л}$ . Су ертіндісіндегі тепе-теңдік төмендегідей жазылады:



$$0,1-x \qquad \qquad x \qquad \qquad x$$



2) Тепе-теңдік константалары жазылады.

$$K_1 = [\text{PbOH}^+] \cdot [\text{H}^+] / [\text{Pb}^{2+}]$$

$$K_2 = [\text{Pb}(\text{OH})_2] \cdot [\text{H}^+] / [\text{PbOH}^+]$$

Есепті жеңілдету үшін бөлшектің алымы да бөлімі де бірдей  $[\text{OH}^-]$  иондарына көбейтіліп түрлендіріледі.

$$K_1 = [\text{PbOH}^+] \cdot [\text{H}^+] / [\text{Pb}^{2+}] = \alpha_1(\text{PbOH}^+) K_w$$

$$K_2 = [\text{Pb}(\text{OH})_2] \cdot [\text{H}^+] / [\text{PbOH}^+] = \alpha_2(\text{Pb}(\text{OH})_2) K_w$$

мұндағы  $\alpha_1$  және  $\alpha_2$   $\text{PbOH}^+$  және  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  гидроксо комплекстерінің сатылы константа тұрақтылығы,  $K_w$ —судың иондық көбейтіндісі.

3) Тепе-теңдік константасына сан мәндері қойылады:

$$K_1 = 3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 1,0 \cdot 1,0^{-14} = 3,3 \cdot 10^{-7}$$

$$K_2 = 1,02 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0 \cdot 1,0^{-14} = 1,05 \cdot 10^{-11}$$

4) Сутек ионының тепе-теңдік концентрациясын есептегенде  $K \geq K_2$  болғандықтан тұз ертіндісінің (1) бір теңдеуін ғана пайдалануға болады тепе-теңдігі (1) концентрация мәндері қойылады:  $K_1 = x^2 / 0,1 - x = 3,3 \cdot 10^{-7}$ .

Белгісіз  $x$  мәні 0,1 мәнінен әлде қайда кіші,  $x < 0,1$ , сондықтан  $0,1 - x \sim 0,1$ ;  $x^2 / 0,1 = 3,3 \cdot 10^{-7}$

$$5) X = [\text{H}^+] = \sqrt{3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 0,1} = 1,82 \cdot 10^{-4}$$

моль/л.

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 1,82 \cdot 10^{-4} = 3,74$$

#### Резюме

В статье предлагаются способы решения различных видов сложных задач в помощь студентам для СРС.

#### Conclusion

This article gives the ways of solving the different kinds of complex tasks in order to help students in their self-study work.

### РЕВИЗИЯ ГЕРБАРИЯ КОСТАНАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА (РОД *ACHILLEA L.* СЕМЕЙСТВА *ASTERACEAE DUMORT.*)

Пережогин Ю.В., Бородулина О.В.  
Коньсбаева Д.Т., Курлов С.И.

Данная статья продолжает серию публикаций с целью ревизии Гербария КГПИ. Объем, последовательность и номенклатура представителей рода *Achillea L.* соответствуют Флоре СССР. В качестве источников, обязательных для цитирования, нами выбраны «Флора СССР» [1], «Флора Казахстана» [2], Флора Западной Сибири» П.Н. Крылова [3], «Флора Центрального Казахстана» Н.В. Павлова [4], «Сосновые леса Тургайской впадины» П.Г. Пугачева [5].

1. *Achillea nobilis L.*: Фл. СССР, XXVI (1961) 76; Фл. Казахстана, IX (1966) 10; Крыл.

Фл. Зап. Сиб. XI (1949) 2725; Павл. Фл. Центр. Казахст. III (1938) 240; Пугач. Сосн. леса Тург. впад. (1994) 335 – **Тысячелистник благородный.**

Многолетник, гемикриптофит, стержнекорневой поликарпик. Лугово-степной, мезоксерофит, древнесредиземноморский, сорный, лекарственный, медоносный. Растет в луговых и кустарниковых степях, в остепненных сосняках и как сорное растение в посевах и на залежах.

Алтынсаринский район, Аракарагайское лесничество, луг, 19.06.1981.