

Н.С. РЕМЕТОВА  
В.А. МИТЕРЕВ

# МЕДИЦИНАЛЫҚ ХИМИЯ





ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҚ САҚТАУ  
МИНИСТРЛІГІ  
ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК МЕДИЦИНА УНИВЕРСИТЕТІ

**Н.С. РЕМЕТОВА**  
**В.А. МИТЕРЕВ**

**МЕДИЦИНАЛЫҚ ХИМИЯ**



Алматы, 2013ж

ӘОЖ 006.91 (075.8)

ҚБЖ 30.10 я73

P24

**Пікір білдірушілер:**

Е.А.Букетов атындағы ҚарМУ экология және химиялық технология кафедрасының меңгерушісі, х.ғ.д., профессор М.И. Байкенов.

ҚММУ биологиялық химия кафедрасының доценті, х.ғ.к. Т.С. Омаров.

ҚММУ химия курсымен фармацевтикалық пәндер кафедрасының доценті, ф.ғ.к. А.Т. Медешова.

**Н.С. Реметова, В.А.Митерев «Медициналық химия»: Оқу құралы. Алматы: ЖШС «Эверо» – 2013 жыл. - 212 б.**

**ISBN 978-601-240-325-1**

«Медициналық химия» оқу құралы «Гигиена және эпидемиология» бағытында оқитын «Медициналық-профилактикалық іс» және «Қоғамдық денсаулық сақтау» мамандығының студенттеріне арналған. Оқу құралдың кейбір тараулары «Фармация» мамандығында оқитын студенттер үшін «Аналитикалық химия» пәні бойынша қызықтырады.

Оқу құралы ҚММУ жалпы білім беретін әдістемелік кеңесінде талқыланды және мақұлданды. Хаттама № 10 08.05.2013 ж.

Оқу құралы ҚММУ әдістемелік кеңестің басылымына ұсынылып, бекітілді. Хаттама № 10 23.05.2013 ж.

ӘОЖ 006.91 (075.8)

ҚБЖ 30.10 я73

**ISBN 978-601-240-325-1**

© Реметова Н.С., Митерев В.А., 2013

© ЖШС «Эверо», 2013

## Мазмұны

Кіріспе	4
1. Ерітінділер. Ерітінділердің концентрацияларын бейнелеу әдістері.....	5
2. Ерітіндідегі қышқылды - негізді тепе - теңдік.....	18
3. Буферлік жүйелер.....	25
4. Ерітінділердің коллигативтік қасиеттері.....	34
5. Сапалық анализ.....	46
6. Сандық анализ.....	62
7. Титриметриялық анализ.....	64
8. Бейтараптану әдісі.....	75
9. Тотығу-тотықсыздану реакциялары.....	87
10. Оксидиметрия.....	102
11. Комплексті қосылыстар.....	119
12. Комплексонометриялық титрлеу.....	129
13. Атом құрылысы.....	136
14. Химиялық байланыс.....	142
15. Электрөткізгіштік.....	150
16. Электродтық потенциалдар.....	159
17. Потенциометрия.....	161
18. Беткейлік құбылыс.....	163
19. Адсорбция.....	170
20. Хроматография.....	177
21. Дисперсті жүйелер.....	187
22. Коллоидтық жүйелердің коагуляциясы және тұрақтылығы.....	197
Әдебиеттер.....	210



## АЛҒЫ СӨЗ

Химия мен медицина арасындағы байланыс ерте кезден бастап зерттелген. Бұл орайда француз химигі Луи Пастердің (1822-1895 ж) қосқан үлесі зор. Оның зерттеу еңбектерінің нәтижесінде «пастерлеу» термині енгізілді. Дәрігер, химик Теофраст Парацельс (1493-1541) ятрохимияның негізін қалаушы болып табылады. Ол химиялық препараттардың медицинада қолданылуының алғашқы қадамын жасаған. Парацельстің алхимиктерден ерекшелігі, ол үш негізгі заттың бастамасын атап көрсетті:

1) Күкірт - оттың көзі; 2) Сынап - ұшудың көзі; 3) Тұз - отқа төзімділіктің көзі.

Ол барлық заттардың, сонымен бірге адам организмінің де осы негізгі заттан тұратындығын дәлелдеп берді. Парацельстің ұғымы бойынша кез келген заттың аталған үш негізгі табиғи тепе-теңдікте тұрады, егер осы тепе-теңдік бұзылса, денсаулық нашарлап, адам ауруға ұшырайды. Бұл тепе-теңдіктің ауытқуын химиялық препараттардың көмегімен қайтадан орнына келтіруге болады. Ол химия ғылымына мынадай талапта қойды: «Ал химия, алтын, күміс дегенді қою керек, әртүрлі дәрі-дәрмек дайындау».

«Медициналық химия» оқу құралында ең маңызды теориялық бөлімдер: ерітінділер теориясы, сандық және сапалық анализ, электрохимиялық құбылыс, коллоидты химия тараулары қарастырылған. Оқу құралда зертханалық практикум мен тараулар бойынша тесттілер нұсқалған.

Оқу құралдың материалдары логикалық тәртіпте баяндалған, ғылымның қазіргі ұсыныстарына сәйкес келеді. Әр бөлімде болашақ дәрігерлер үшін аса қажетті медициналық-биологиялық құбылыстары қарастырылған. Оқу құралды жазуда автор 8 сілтемелік бағыттағы заманауи әдеби көздерді пайдаланды.

## 1. Ерітінділер. Ерітінділердің концентрацияларын бейнелеу әдістері

Ерітінділердің табиғат пен техникадағы маңызы зор. Жануарлар мен адам организмінде тіршілік әрекетіне байланысты жүретін көптеген процестер (зат алмасу, қан айналу, т.б.) ерітінділерде жүреді.

Ерітінділер дегеніміз екі немесе одан да көп заттардан (құрамды бөліктерден) тұратын біртекті жүйе.

Ерітінді *еріген заттан және еріткіштен* тұрады. Еріткіш деп жеке күйінде де, ерітіндіде де бірдей агрегаттық күйде болатын және еріген затқа қарағанда көп мөлшерде болатын ерітіндінің құрам бөлігін айтады. Ерітінділер газ тәрізді, сұйық немесе қатты күйде болуы мүмкін. Медицинада және биологияда, өндіріс пен техникада аса маңызды ерітінділерге сұйық ерітінділер жатады. Зат еріген кезде екі түрлі процесс жүреді. Бірінші- заттың ерітіндіге өтуі немесе еруі, екінші- еріген заттың қайтадан ерітіндіден бөлініп, кристалға айналуы. Заттың еру жылдамдығы мен қайтадан кристалдану жылдамдығы тең ерітіндіні *қаныққан* ерітінді дейді, яғни белгілі бір температурада зат ары қарай ери алмайтын ерітіндіні қанық ерітінді деп атайды. Концентрациясы, қанық ерітіндінің концентрациясынан аз ерітіндіні қанықпаған ерітінді деп атайды, яғни белгілі бір температурада заттың біраз мөлшері әлі де ери алатын ерітіндіні *қанықпаған* ерітінді дейді. Еріген заты көп ерітіндіні *концентрлі* деп, ал еріген заты аз ерітіндіні *сұйытылған* деп атайды.

Ерітіндідегі еріген заттың мөлшері концентрация арқылы анықталады.

### Ерітінділердің концентрацияларын бейнелеу әдістері.

Ерітіндінің немесе еріткіштің белгілі бір массасындағы немесе көлеміндегі еріген заттың мөлшерін сипаттайтын шама концентрация деп аталады.

Концентрацияны келесі әдістермен бейнелейді:

**1.1. Массалық (проценттік) үлес ( $\omega$ , %)-** еріген зат массасының ерітіндінің массасына қатынасымен анықталады, яғни 100г ерітіндідегі еріген заттың массасын көрсетеді.

$$\omega\% = \frac{m_{\text{ер,зат}}}{m_{\text{ер-ді}}} * 100\%$$



Еріген заттың массасын және ерітіндінің массасын анықтауға болады:

$$m(\text{ер. зат}) = \frac{\omega \cdot m(\text{ер} - \text{ді})}{100}$$

$$m(\text{ер} - \text{ді}) = \frac{m(\text{ер. зат})}{\omega} \cdot 100$$

Ерітіндінің массасын келесі түрде де есептеуге болады:

$$m(\text{ер} - \text{ді}) = m(\text{ер. зат}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{ер} - \text{ді}) = \rho V$$

**1.2. Молярлық концентрация** (См, моль/л) -еріген зат мөлшерінің ерітіндінің көлеміне қатынасымен анықталады және 1л ерітіндідегі еріген заттың мөлшерін көрсетеді.

$$c(x) = \frac{\nu(x)}{V}$$

Молярлық концентрацияның өлшем бірлігі – моль/л.

Зат мөлшері  $\nu(x)$  зат массасының молярлық массасына қатынасымен анықталады:

$$\nu(x) = \frac{m(x)}{M(x)}$$

онда:

$$c(x) = \frac{m(x)}{M(x) \cdot V}$$

Бұдан еріген заттың массасын анықтауға болады:

$$m(x) = c(x) \cdot M(x) \cdot V$$

**1.3. Эквивалентті немесе нормальды концентрациясы** (Сн, моль/л) - еріген заттың эквивалент санының ерітінді көлеміне қатынасы, яғни 1л ерітіндідегі еріген заттың эквивалент мөлшерін көрсетеді:

$$c\left(\frac{1}{z}x\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z}x\right)}{V}$$

Эквиваленттің молярлық концентрациясының өлшем бірлігі- моль/л.

**1.4. Моляльдық (моляльді) концентрациясы** ( $C_m$ , моль/кг) - еріген зат мөлшерінің еріткіш массасына қатынасымен анықталады, яғни 1кг еріткіштегі еріген заттың мөлшерін көрсетеді:

$$C_m = \frac{v(x)}{m(\text{ер} - \text{кіш})}$$

Моляльдық концентрацияның өлшем бірлігі - моль/кг.

**1.5. Титр** – 1 мл ерітіндідегі еріген заттың массасы:

$$T = \frac{c(x) \cdot M(x)}{1000}$$

Титрдің өлшем бірлігі-г/мл.

### Зертханалық жұмыс

#### Практикалық тапсырма 1.

Ерітіндінің молярлық концентрациясын дайындау.

Ерітіндінің молярлық концентрациясын өлшеуіш колбаларда дайындайды.

Жұмысқа төмендегі тапсырмалар кіреді:

1. Концентрациясы 0,1моль/л 100, 200, 250, 500, 1000 мл ерітінді дайындау үшін қанша тұз қажет екенін есептеу.
2. Тұздың мөлшерін техникалық таразыда өлшеу.
3. Өлшенген тұзды воронка көмегімен өлшеуіш колбаға салып (колбаның 2/3 көлемін дистилденген суға толтыру керек), зат толық ерігенше айналдырып араластыру қажет. Зат толық ерігеннен кейін колбаның белгісіне дейін суды толтыру керек.
4. Судың ең соңғы порциясын пипетка арқылы тамшылатып толтыру керек. Сұйықтың теңдігін боялмаған сұйықтық үшін ең төмен мениск бөлігімен және боялған сұйықтық үшін ең жоғары бөлігімен анықтау керек.
5. Колбаны тығыздап пробкамен жауып ерітіндіні араластыру қажет, колбаны бірнеше рет айналдырып (үстіге-астыға) араластыру керек.
6. Зертханалық тапсырманың есебін келесі түрде өрнектеу қажет.

молярлық концентрациясы	ерітіндінің көлемі	есептеу
0,1 моль/л		



## Маршруттық карта

1. Концентрациясы 0,1 моль/л 100 мл және 250 мл ерітінді дайындау үшін қанша тұз NaCl қажет екенін есептеу.
2. Тұздың мөлшерін техникалық таразыда өлшеу қажет.
3. Ерітіндіні тапсырма бойынша дайындау.
4. Зертханалық жұмыс бойынша есебін құру.

## Практикалық тапсырма 2.

Ерітіндінің эквивалентті молярлық концентрациясы дайындау.

Ерітіндінің эквивалентті молярлық концентрациясын өлшеуіш колбаларда дайындайды.

Жұмысқа төмендегі тапсырмалар кіреді.

1. Ерітіндінің эквивалентті молярлық концентрациясы 0,1 моль/л 50, 100, 200, 250, 500 мл ерітінді дайындау үшін қанша зат қажет екенін есептеу.
2. Заттың мөлшерін техникалық таразыда өлшеу.
3. Өлшенген затты воронка көмегімен өлшеуіш колбаға салып (колбаның 2/3 көлемін дистилденген суға толтыру керек), зат толық ерігенше айналдырып араластыру қажет. Зат толық ерігеннен кейін колбаның белгісіне дейін суды толтыру керек.
4. Судың ең соңғы порциясын пипетка арқылы тамшылатып толтыру. Сұйықтың теңдігін боялмаған сұйықтық үшін ең төмен мениск бөлігімен және боялған сұйықтық үшін ең жоғары бөлігімен анықтаңыз.
5. Колбаны тығыздап пробкамен жауып ерітіндіні араластыру қажет, колбаны бірнеше рет айналдырып (үстіге-астыға) араластыру керек.
6. Зертханалық тапсырманың есебін келесі түрде өрнектеу қажет.

Эквивалентті молярлық концентрациясы	ерітіндінің көлемі	есептеу
0,1 моль/л		

### Практикалық тапсырма 3.

Берілген концентрациясы бойынша ерітінді дайындау.

Жұмысқа келесі тапсырмалар кіреді:

1. Массалық үлесі 6, 8, 10, 12, 14, 16% , 250 г ерітінді дайындау үшін ( $m^1$ ) натрий хлоридінің, және ( $m^2$ ) судың массасын есептеу қажет.
2. Өлшенген натрий хлоридінің мөлшерін техникалық таразыда өлшеу. Өлшенетін зат таразының сол жақ таразы табақшасында фильтр қағазының үстінде өлшенеді, ал оң жақ табақшасына өлшеуіштер қойылады.
3. Судың өлшенген көлемін цилиндрмен өлшеу керек.
4. Өлшенген натрий хлоридін химиялық стаканға немесе колбаға салып оған цилиндрдағы суды аздап құйып еріту қажет.
5. Натрий хлориді толық ерігеннен кейін, химиялық стакандағы немесе колбадағы ерітіндіні цилиндрға ауыстыру қажет, ареометрмен тығыздығы өлшенеді.
6. Цилиндрдағы ерітіндіге ареометрді қолмен жайлап түсіру керек.  
Ареометр ерітіндіде еркін жүзуі қажет.
7. Үш рет өлшенген ерітіндінің орташа арифметикалық өлшеуін табамыз.
8. Ареометрді сумен жуып қою қажет.
9. 1 кестені пайдалана отырып тығыздығы бойынша дәлме-дәл проценттік концентрациясын анықтайды.

**1 кесте – (20°C) Сулы натрий хлориді ерітіндісінің концентрациясы және тығыздығы.**

$\rho$ , г/мл	$\omega$ , %	$\rho$ , г/мл	$\omega$ , %	$\rho$ , г/мл	$\omega$ , %
1,0053	1	1,0707	10	1,1478	20
1,0125	2	1,0855	12	1,1640	22
1,0268	4	1,1009	14	1,1804	24
1,0413	6	1,1162	16	1,1972	26
1,0559	8	1,1319			



10. Практикалық тапсырма бойынша есептің түрі.

Өлшенген, NaCl гр.	Масса H <sub>2</sub> O, г	ерітіндінің ρ, г/мл	ω, %

**Ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесін (проценттік концентрация) анықтауға байланысты экспериментті есептеулер**

**Типтік есептерді шығару үлгілері**

**1 Мысал:** Еріген заттың массалық үлесі 0,03 (3%) 250г ерітінді дайындауға керекті натрий гидрокарбонаты NaHCO<sub>3</sub> мен судың H<sub>2</sub>O массасын табындар.

**Шешуі:**

$w = \frac{m_{\text{зат}}}{m_{\text{ер}}}$  формуласы бойынша массасын табамыз.

NaHCO<sub>3</sub>      $0,03 = \frac{m_{\text{зат}}}{250}$  бұдан ,

$$m(\text{NaHCO}_3) = 0,03 \cdot 250 = 7,5\text{г}$$

m(ерітінді) - m(зат) айырымы бойынша су H<sub>2</sub>O массасын табамыз:

m(ерітінді) - m(зат):

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250\text{г} - 7,5\text{г} = 242,5\text{г}.$$

**2 Мысал:** Массасы 40г CuSO<sub>4</sub>·5 H<sub>2</sub>O еріткенде алуға болатын заттың массалық үлесі 0,0080 (8%). Ерітіндінің массасын анықтаңдар. Бұл үшін қанша мл су қажет?

**Шешуі:**

$w = \frac{m_{\text{зат}}}{m_{\text{ер}}}$  бойынша      $m(\text{ерітінді}) = \frac{m_{\text{зат}}}{w}$  ерітіндісін табамыз:

$$m(\text{ерітінді}) = \frac{40}{0,008} = 5000\text{г}.$$

Су массасын табамыз:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{еріт.}) - m(\text{зат}) = 5000\text{г} - 40\text{г} = 4960\text{г}$$

Су көлемін табамыз:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho}; \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$\text{Сонда } V(\text{H}_2\text{O}) = 4960 \text{ мл}.$$

## Еріген заттың молярлық концентрациясы анықтауға байланысты экспериментті есептеулер

### 1 Мысал:

1 л ерітіндіде 42,5 г  $\text{NaNO}_3$  болады. Ерітіндінің молярлық концентрациясын анықтандар.

### Шешуі:

$$\nu(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{M(\text{NaNO}_3)}; \quad M(\text{NaNO}_3) = 23 + 14 + 3 \cdot 16 = 85 \text{ г/моль.}$$

$$\nu(\text{NaNO}_3) = \frac{42,5 \text{ г/моль}}{85 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль.}$$

Ерітіндінің молярлық концентрациясын формула арқылы табамыз:

$$c(\text{NaNO}_3) = \frac{\nu(\text{NaNO}_3)}{V}; \quad c(\text{NaNO}_3) = \frac{0,5}{1} \text{ моль/л} = 0,5 \text{ M}$$

### 2 Мысал:

$\text{HCl}$  массалық үлесі 0,1 (10%) ( $\rho = 1,047$  г/мл) болатын тұз қышқылы ерітіндісінің молярлық концентрациясын есептеңдер.

### Шешуі:

$\text{HCl}$ -дың массалық үлесі 10 % -тік 1 л ерітіндісінің массасын формула бойынша анықтаймыз.

$$m = \rho V; \quad m = 1,047 \cdot 1000 = 1047 \text{ г.}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 1047 = 104,7 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})}; \quad M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г/моль:}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{m(104,7)}{M(36,5)} = 2,86 \text{ моль.}$$

Ерітіндінің молярлық концентрациясы:

$$C(\text{HCl}) = 2,86 \text{ моль/л} = 2,86 \text{ M.}$$

### 3 Мысал:

1 M күкірт қышқылы ерітіндісінің титрін анықтандар.

### Шешуі:

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}; \quad T = \frac{98 \text{ г}}{1000 \text{ мл}} = 0,098 \text{ г/мл.}$$



**Еріген заттың молярлық концентрациясы анықтауға байланысты  
экспериментті есептеулер**

**1 мысал:** Күкірт қышқылының 15%-тік ерітіндісінің тығыздығы 1,105 г/мл. Осы ерітіндінің молярлық концентрациясын есептеңіздер.

**Шешуі:**

Ерітіндінің 1 л көлемін қарастырамыз. Оның массасы 1105 г болады. Енді проценттік концентрация ұғымын пайдаланып, пропорция құрып, ондағы таза күкірт қышқылының массасын табамыз:

Егер 100 г ерітіндіде 15 г еріген  $H_2SO_4$  болса,

Онда 1105 г ерітіндіде  $x$  г еріген  $H_2SO_4$  болады.

Бұдан:  $x = 1105 \text{ г} \cdot 0,15 = 165,75 \text{ г}$

Судың массасы:  $1105 \text{ г} - 165,75 \text{ г} = 939,25 \text{ г}$

Енді молярлық концентрация ұғымының анықтамасын пайдаланып, пропорция құрамыз:

Егер 935,25 г суда 165,75 г еріген  $H_2SO_4$  болса,

Онда 1000 г суда  $x$  г еріген  $H_2SO_4$  болады.

Бұдан:  $x = 1000 \cdot \frac{165,75}{939,25} = 176,47 \text{ г}$

Оның зат мөлшері:  $\nu(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{176,47 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 1,8 \text{ моль}$ .

Демек, ерітіндінің молярлық концентрациясы 1,8 моль/1 кг суда.

**Концентрациялары әртүрлі ерітінділерді араластыруға(сұйылтуға немесе коюлауға) байланысты есептеулер.**

**Мысалы:**

Берілген заттың 25%-тік ерітіндісінің 300 грамын оның 40%-тік ерітіндісінің 400 грамына қосып араластырғанда пайда болатын ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесін табыңыздар.

**Классикалық (қарапайым) әдіс**

Алдымен 25%-тік ерітіндінің 300 грамындағы еріген заттың массасының пропорция құру арқылы табамыз.

Егер 100 г ерітіндіде 25 г еріген зат болса,

Онда 300 г ерітіндіде  $x$  г еріген зат болғаны.

$$\text{Бұдан: } x = \frac{(300 \cdot 25)}{100} = 75 \text{ г.}$$

Дәл осылай 40%-тік ерітіндінің 400 грамындағы еріген заттың массасын табамыз.

Егер 100 г ерітіндіде 40 г еріген зат болса,

Онда 400 г ерітіндіде  $y$  г еріген зат болғаны.

$$\text{Бұдан: } y = \frac{(400 \cdot 40)}{100} = 160 \text{ г.}$$

Енді екі ерітіндіні бір-біріне қосып араластырғанда 700 грамм жаңа ерітінді түзіледі. Оның ішінде еріген заттың жалпы массасы  $x + y = 75 + 160 = 235$  г Жаңа ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесін пропорция арқылы табуға болады.

Егер 700 г ерітіндіде 235 г еріген зат болса,

Онда 100 г ерітіндіде  $x$  г еріген зат болғаны.

$$\text{Бұдан: } x = \frac{(100 \cdot 235)}{700} = 33,6 \text{ г}$$

Демек, пайда болған жаңа ерітіндідегі еріген заттың массалық үлесі 33,6%.

### Алгебралық әдіс

Есептің шартында келтірілген араласатын ерітінділердің массалары мен олардағы еріген заттың массалық үлестерін алгебралық теңдеуге қоямыз.

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_3 w_3$$

$$\text{Мұндағы: } m_3 = m_1 + m_2$$

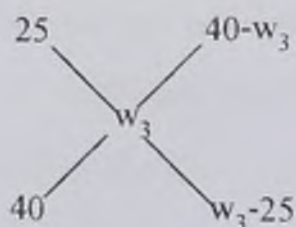
$$w_3 = \frac{m_1 w_1 + m_2 w_2}{m_1 + m_2} = \frac{300 \cdot 25 + 400 \cdot 40}{300 + 400} = 0,336 \text{ немесе } 3,6\%$$

### «Крест» әдісі

«Крест» ережесі бойынша:

$$\text{Бұдан: } w_3 = 0,336 \text{ немесе } 33,6\%.$$

Демек, пайда болған ертіндідегі еріген заттың массалық үлесі 33,6%.





$$\frac{40 - w_3}{w_3 - 25} = \frac{300}{400}$$

Бұдан,  $w_3 = 0,336$  немесе  $33,6\%$ . Демек, пайда болған ертіндідегі еріген заттың массалық үлесі –  $33,6\%$ .

### Есептер

1. 45 г суға ерітілген 5 г тұзы ертіндісінің концентрациясы қандай?  
(Жауабы: 10%).
2. Аммиактың 25 %-тік ертіндісімен 1 кг 15%-тік ертінді даярлау керек. Бұл үшін неше грамм 25 %-тік аммиак ертіндісі керек?  
(Жауабы: 40г).
3. Кейбір аурулармен ауырғанда адам қанының құрамына физиологиялық ертінді деп аталатын ас тұзының 0,85 %-тік ертіндісі жіберіледі. Сонда: а) 1 кг физиологиялық ертінді дайындау үшін неше грамм тұз керек екенін; б) қанға 400 г физиологиялық ертінді жібергенде, организмге неше грамм тұз баратынын есептеп шығарындар.  
(Жауабы: а) 8,5г б) 3,4г).
4. 100 г 10 %-тік ертінді алу үшін неше грамм ас тұзы және су керек?  
(Жауабы: 10г ас тұзы, 90г су).
5. Бір заттың 100 г 20%-тік ертіндісімен 50 г 32 %-тік ертіндісі араластырылады. Осыдан шыққан ертіндінің концентрациясы (процентпен) қандай? (Жауабы: 24%).

### Тақырып бойынша тест сұрақтары

1. Ертіндінің құрамындағы еріген зат мөлшерінің сол ертіндінің көлеміне қатынасы қалай аталады?
  - A. массалық үлес
  - B. молярлық концентрация
  - C. эквиваленттің молярлық концентрациясы
  - D. молярлық концентрация
  - E. молярлық масса

2. Ерітіндінің құрамындағы еріген зат массасының сол ерітіндінің массасына қатынасы қалай аталады?

- A. массалық үлес
- B. молярлық концентрация
- C. эквиваленттің молярлық концентрациясы
- D. молярлық концентрация
- E. молярлық масса

3. Ерітіндінің құрамындағы еріген зат мөлшерінің еріткіштің массасына қатынасы қалай аталады?

- A. массалық үлес
- B. молярлық концентрация
- C. эквиваленттің молярлық концентрациясы
- D. молярлық концентрация
- E. молярлық масса

4. Ерітіндінің құрамындағы еріген заттың эквивалент мөлшерінің сол ерітіндінің көлеміне қатынасы қалай аталады?

- A. массалық үлес
- B. молярлық концентрация
- C. эквиваленттің молярлық концентрациясы
- D. молярлық концентрация
- E. мольдік үлес

5. Еріген зат немесе еріткіш мөлшерінің ерітіндінің құрамына кіретін барлық заттар мөлшерінің қосындысына қатынасы аталады:

- A. массалық үлес
- B. молярлық концентрация
- C. эквиваленттің молярлық концентрациясы
- D. молярлық концентрация
- E. мольдік үлес

6. Молярлық концентрацияның өлшем бірлігін көрсетіңіз:

- A. г/л



В. моль/л

С. %

Д. моль/кг

Е. г/мл

7. Молярлық концентрацияның өлшем бірлігін көрсетіңіз:

А. г/л

В. моль/л

С. %

Д. моль/кг

Е. г/мл

8. Массалық үлесті бейнелейді:

А. г/л-мен

В. моль/л-мен

С. % -пен

Д. моль/кг-мен

Е. г/мл-мен

9. Молярлық концентрацияны қандай формула бойынша есептейді?

А.  $N_2 = n_2 / n_1 + n_2$

В.  $C_m = m(x) / MV$

С.  $C(1/zx) = n(1/zx) / V$

Д.  $C_m(x) = n(x) / m_{раст}$

Е.  $W = \frac{m_{e.з.}}{m_{e-дi}} \cdot 100\%$

10.  $W = \frac{m_{e.з.}}{m_{e-дi}} \cdot 100\%$  формуласы бойынша есептеуге болады:

А. мольдік үлесті

В. молярлық концентрацияны

С. эквиваленттік молярлық концентрацияны

Д. массалық үлесті

Е. молярлық концентрация

11.  $W = \frac{m}{M \cdot V}$  бойынша есептеуге болады:

- A. мольдік үлесті
- B. молярлық концентрацияны
- C. эквиваленттік молярлық концентрацияны
- D. массалық үлесті
- E. молярлық концентрация

12. Балқыған немесе еріген күйде электр тоғын өткізбейтін заттар аталады.

- A. күрделі заттар
- B. жай заттар
- C. электролиттер
- D. электролит еместер
- E. газдар

13. Массалық үлестің өлшем бірлігін көрсетіңіз:

- A. г/л
- B. моль/л
- C. %
- D. моль/кг
- E. г/мл

14. Ерітіндінің құрамы ... тұрады:

- A. еріген заттан
- B. еріткіштен
- C. еріген зат және еріткіштен
- D. судан
- E. иондардан

15. Ерітінділер агрегаттық күйіне байланысты жіктеледі:

- A. қатты және газ тәріздес ерітінділер
- B. сұйық ерітінділер
- C. қатты және сұйық



D. сұйытылған, концентрленген

E. А және В жауаптары

## 2. Ерітіндідегі қышқылды-негізді тепе-теңдік

Ағзаның ішкі орта қасиетін сипаттаушының бірі гомеостаз-физиологиялық және биологиялық шама қатарын белгілі бір деңгейде сақтауы.

Гомеостаз кезінде ағза тепе-теңдікте болады, яғни биохимиялық және физиологиялық процестер тепе-теңдікте болады. Ағзадағы маңызды биохимиялық процестердің тепе-теңдігін көрсетушінің бірі изогидрия-ағзаның әрбір бөліміндегі сутек иондары концентрацияларының тұрақтылығын, биохимиялық және физиологиялық механизмдеріне бірдей әсер етуін қамтамасыз етеді. Қамтамасыздандырушы изогидрия механизмдерін қарастыру, қышқыл және негіз ұымдарынсыз анықтау қиын. Ерітінділер химиясында қышқыл және негіз теориялары қолданады.

1. С.Аррениус Электролиттік диссоциация теориясы. 1887 ж.

Қышқылдар - сулы ерітіндіде диссоциациясы кезінде катиондар ретінде тек қана сутегі иондарын бөлетін күрделі заттар.

Негіздер -сулы ерітіндіде диссоциация кезінде аниондар ретінде тек қана гидроксил иондарын бөлетін күрделі заттар

Қышқыл-негіз әрекеттесуі келесі реакцияға әкеледі:



2. Бренстед және Лоури теориясы

Қышқыл – сутек катионын (протонын) беретін молекула немесе ион.

Қышқыл – протондар доноры.

Негіз– сутек катионын (протонын) қосып ала алатын молекула немесе ион. Негіз – протондар акцепторы.

Қышқылды-негізді әрекеттесуі кайтымды және келесі теңдеумен анықталады:



Процестін тепе-теңдігі жұмсалған қышқыл және негіз, сондай-ақ түзілген негіз және қышқыл күшіне байланысты. Жұптар  $HA/A^-$  және  $B/NB^+$  қышқылды-негізді жұптар деп аталады.

Су әлсіз электролит және амфотерлі қосылыс:



25<sup>0</sup>С-та:

$$K(H_2O) = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$K(H_2O)$  – судың автопротолиз константасы.

Таза суда:  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$  моль/л - бейтарап орта.

Егер  $[H^+] > [OH^-]$ , то  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л - қышқылдық орта.

$[H^+] < [OH^-]$ , то  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л - сілтілік (негіздік) орта.

Бірақ теріс дәрежелі сандарды пайдалану қолайсыз. Сондықтан ерітіндінің қышқылдылығын немесе сілтілігін анықтау үшін сутек иондарының концентрациясын сутектік көрсеткіш арқылы белгілейді.

Сутек иондары концентрациясының теріс таңбамен алынған ондық логарифмін сутекті көрсеткіш дейді және оны рН әріптерімен белгілейді.

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

Сондай-ақ, гидроксил иондары концентрациясының теріс таңбамен алынған ондық логарифмін гидроксилді көрсеткіш дейді және оны рОН әріптерімен белгілейді:

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

**Сутектік көрсеткіш арқылы ерітіндінің ортасын былай белгілейді.**

Бейтарап ортада  $pH = 7$

Қышқылдық ортада  $pH < 7$

Сілтілік (негіздік) ортада  $pH > 7$

(0-3 – күшті қышқыл, 4-7 – әлсіз қышқыл, 7-10 – әлсіз сілті, 10-14 – күшті сілті).

Өсімдік, жануар және адам ағзасында жүретін реакциялар белгілі бір ортада (рН тұрақты) өтетіні белгілі. Организм ерітінділерінің рН-ы аз ғана



өзгертін болса, ол әр түрлі керексіз жағдайларға соқтыруы мүмкін. Мысал үшін асқазан сөлінің рН-1,7

(күшті қышқыл), қан рН-7,4 (әлсіз сілті) , сілекей рН-6,9

(әлсіз қышқыл), көз жасы рН-7 (бейтарап) болады.

Сутектік көрсеткіш рН-пен гидроксил көрсеткішінің рОН қосындысы 14 болады :

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

Сутек иондары концентрациялары ерітіндінің қышқылдылығы мен негізділігін анықтайды, оны реакцияның белсенді орталығы деп те атайды. Қышқылды және негізді ерітінділер үшін , ерітінділер рН есептеуге болады.

Әлсіз қышқылдар үшін:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK} - \frac{1}{2} \lg c$$

$\text{pK} = - \lg K$ ,  $c$ —ерітінді концентрациясы.

Әлсіз негіз үшін:

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{pK} + \frac{1}{2} \lg c$$

Күшті қышқыл үшін

$$\text{pH} = -\lg zc$$

Күшті негіз үшін (сілтілер)

$$\text{pH} = 14 + \lg zc$$

Ерітінділердің рН анықтау клиникалық практикада және санитарлы анализде маңызы зор. рН анықтаудың негізгі екі әдісі бар, түрлі принциптерге негізделген.

1. Электрометрлі – рН арнайы прибор – рН метрде анықтау.

2. Колориметрлі – индикаторларды заттарға қосқандағы түстерінің өзгеруіне негізделген. Бұл әдісте заттың қышқылды-негізді индикаторлары қолданылады, бояудың өзгеруі ерітіндінің рН тәуелді. Индикатор қосқаннан кейін зерттелетін ерітіндінің рН боялуын анықтау үшін ерітіндінің белгілі рН боялу сериясымен салыстырады. Ерітінділердің қышқылдылығын немесе

негізділігін сапалы стандартта қолдануға болады (буферсіз әдіс), немесе буферлік ерітінді (буферлік әдіс).

### Типтік есептерді шығару үлгілері

**1 мысал:** Тұз қышқылының концентрациясы 0,01М. Осы ерітіндідегі сутегі иондарының көрсеткішін есептеп табыңыз.

Шешуі:

$$C_M = 0,01\text{М яғни } [H^+] = 10^{-2}\text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg 10^{-2} = -1 \cdot (-2) = 2 \text{ олай болса, } pH = 2.$$

**1 мысал:** Тұз қышқылының ерітіндідегі концентрациясы 0,001М сутегі иондарының көрсеткішін есептеп табыңыз.

Шешуі:

$$C_M = 0,001\text{М яғни } [H^+] = 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 10^{-3} = -1 \cdot (-3) = 3 \text{ олай болса, } pH=3.$$

Ал енді керісінше есептеп көрейік.

Егер  $pH=4$  болса тұз қышқылы ерітіндісінің концентрациясы қандай болады?

Шешуі:

$$4 = -\lg[H^+] \text{ яғни } [H^+] = 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$C_M = 0,0001 \text{ М}$$

**2 мысал:** 0,1М NaOH ерітіндісіндегі сутек иондарының көрсеткішін табыңыз.

Шешуі:

$$C_{NaOH} = 0,1 \text{ М яғни } [OH^-] = 10^{-1} \text{ моль/л}$$

$$pOH = -\lg OH^- = -\lg 10^{-1} pOH=1$$

$$pH + pOH = 14 \quad 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$$

осы теңдеуді логарифмдесек

$$7+7=14; \text{ яғни } pH + pOH = 14$$

$$pOH=1 \quad pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13 \quad pH=13.$$



## Есептер

1. рН 5,2-ге тең болса, сірке қышқылының концентрациясы нешеге тең болады.
2. Концентрациясы 0,1 моль/л сірке қышқылының ерітіндісінің рН мәнін есептеңіздер. Сірке қышқылының константа диссоциациясы  $1,8 \cdot 10^{-5}$  тең.
3. Ерітіндідегі гидроксид-иондардың концентрациясы  $1,7 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Ерітіндінің рОН және рН-ын есептеңіздер.
4. Дені сау адам қанының сутектік көрсеткіші 7,35. Қатты безгек кезінде ол көрсеткіш 5,9-ға дейін төмендейді. Бұл кезде қандағы сутегі иондардың концентрациясы нешеге есе жоғарылайды?

## Тесттік тапсырмалар

1. Судың иондық көбейтіндісін көрсетіңіз
  - A.  $[H^+][OH^-] = 10^{-7}$
  - B.  $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$
  - C.  $[H^+][OH^-] = 14$
  - D.  $[H^+][OH^-] = 7$
  - E.  $[H^+][OH^-] = 0$
2. Ерітінділердің рН қандай формуламен есептейді
  - A.  $pK = -\lg K$
  - B.  $pH = -\lg[H^+]$
  - C.  $pOH = -\lg[OH^-]$
  - D.  $pH = -\lg[OH^-]$
  - E.  $pOH = -\lg[H^+]$
3. Ерітінділердің рОН қандай формуламен есептейді
  - A.  $pK = -\lg K$
  - B.  $pH = -\lg[H^+]$
  - C.  $pOH = -\lg[OH^-]$
  - D.  $pH = -\lg[OH^-]$
  - E.  $pOH = -\lg[H^+]$

4. рН мәні бойынша сутек иондарының концентрациясын қандай формуламен есептейді

- A.  $[H^+] = 10^{pOH-14}$
- B.  $[H^+] = 10^{-pH}$
- C.  $[OH^-] = 10^{pH-14}$
- D.  $[OH^-] = 10^{-pOH}$
- E.  $[H^+] = 10^{-14}$

5. рОН мәні бойынша сутек иондарының концентрациясын қандай формула бойынша есептеуге болады

- A.  $[H^+] = 10^{pOH-14}$
- B.  $[H^+] = 10^{-pOH}$
- C.  $[OH^-] = 10^{pH-14}$
- D.  $[OH^-] = 10^{-pOH}$
- E.  $[H^+] = 10^{-14}$

6. рН мәні бойынша гидроксил иондарының концентрациясын қандай формуламен есептеуге болады

- A.  $[H^+] = 10^{pOH-14}$
- B.  $[H^+] = 10^{-pH}$
- C.  $[OH^-] = 10^{pH-14}$
- D.  $[OH^-] = 10^{-pOH}$
- E.  $[H^+] = 10^{-14}$

7. рОН мәні бойынша гидроксил иондарының концентрациясын қандай формула бойынша есептеуге болады

- A.  $[H^+] = 10^{pOH-14}$
- B.  $[H^+] = 10^{-pH}$
- C.  $[OH^-] = 10^{pH-14}$
- D.  $[OH^-] = 10^{-pOH}$
- E.  $[H^+] = 10^{-14}$

8. Әлсіз қышқыл ерітінділерінің рН қандай формуламен есептеледі

- A.  $pH = 1/2 pK - 1/2 \lg C$



B.  $\text{pH} = 14 - 1/2 \text{pK} + 1/2 \text{lgC}$

C.  $\text{pH} = -\text{lgzc}(x)$

D.  $\text{pH} = 14 + \text{lgzc}(x)$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

9. Әлсіз негіз ерітінділерінің pH қандай формуламен есептеледі

A.  $\text{pH} = 1/2 \text{pK} - 1/2 \text{lgC}$

B.  $\text{pH} = 14 - 1/2 \text{pK} + 1/2 \text{lgC}$

C.  $\text{pH} = -\text{lgzc}(x)$

D.  $\text{pH} = 14 + \text{lgzc}(x)$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

10. Күшті қышкыл ерітінділерінің pH қандай формуламен есептеледі

A.  $\text{pH} = 1/2 \text{pK} - 1/2 \text{lgC}$

B.  $\text{pH} = 14 - 1/2 \text{pK} + 1/2 \text{lgC}$

C.  $\text{pH} = -\text{lgzc}(x)$

D.  $\text{pH} = 14 + \text{lgzc}(x)$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

11. Күшті негіз ерітінділерінің pH қандай формуламен есептеледі

A.  $\text{pH} = 1/2 \text{pK} - 1/2 \text{lgC}$

B.  $\text{pH} = 14 - 1/2 \text{pK} + 1/2 \text{lgC}$

C.  $\text{pH} = -\text{lgzc}(x)$

D.  $\text{pH} = 14 + \text{lgzc}(x)$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

12. Концентрациясы 0,001 моль/л HCl ерітіндісінің pH анықтаңыз

A. 9

B. 7

C. 5

D. 3

E. 1

13. Концентрациясы 0,05 моль/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісінің pH анықтаңыз

A. 9

B. 7

C. 5

D. 3

E. 1

14. Концентрациясы 0,01 NaOH ерітіндісінің рН анықтаңыз

A. 12

B. 10

C. 8

D. 6

E. 4

15. Концентрациясы 0,05 моль/л Ba(OH)<sub>2</sub> ерітіндісінің рН анықтаңыз

A. 13

B. 11

C. 9

D. 7

E. 2

### 3. Буферлік жүйелер

Биологиялық сұйықтықтарда ортаның қышқылдылығы маңызды орын алады. Сау адамның артерия қаны плазмасының рН~7,4. Адам организмінде осы сутектік көрсеткіштің 0,2-0,3-ке ғана өзгерісі ауыр науқасқа ұшыратуы мүмкін.

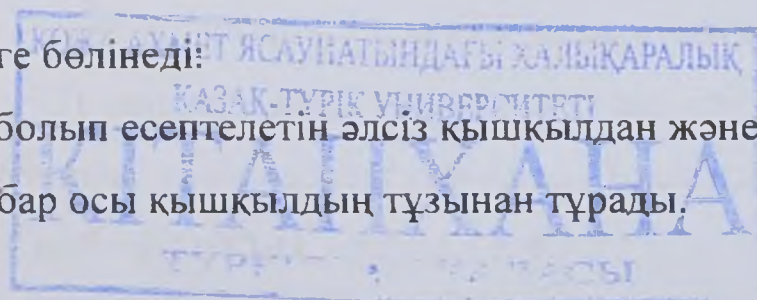
Адамның қан жүйесінде сутектік көрсеткішті реттеп отыратын арнаулы жүйелер бар, соның бірі буферлік жүйе.

Буферлік жүйенің негізгі қасиетінің бірі ортаға қышқылдың, сілтінің қосылуына немесе сұйылтуына қарамастан сутектік көрсеткішті тұрақты етіп отыруы.

Бұл жүйе құрамына қарай бірнеше түрге бөлінеді:

**1. Қышқылдық буферлік жүйе** донор болып есептелетін әлсіз қышқылдан және акцептордың ролін атқаратын анионы бар осы қышқылдың тұзынан тұрады.

**Ацетатты:** CH<sub>3</sub>COOH/ CH<sub>3</sub>COONa,





**Бикарбонатты:**  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$

**Фосфатты:**  $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$

**2.Негіздік** буферлік жүйе әлсіз негізден (акцептор) және осы негіздің катионы (донор) бар тұздан тұрады.

$\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$  – аммиакты.

**3.Амфолиттік** буферлік жүйе әрі донордың, әрі акцептордың ролін атқаратын амфотерлік қосылыстан тұрады.

$\text{NH}_2\text{-R-COOH}$ .

Әрбір буферлік жүйе белсенді реакция ортасын анықтаумен сипатталады, анықталатын негізгі буферлік жүйе теңдеуі,  $K$  – әлсіз электролит диссоциация константасы,  $c_k$ ,  $c_n$ ,  $c_t$  – қышқылдардың, негіздер және тұздардың концентрациялары:

$$[\text{H}^+] = K \frac{c_k}{c_t}$$

$$[\text{OH}^-] = K \frac{c_n}{c_t}$$

Буферлік ерітіндінің сутектік көрсеткіші *Гендерсон - Гассельбахтың* теңдеуі арқылы анықталады:

$$\text{pH} = \text{pK} - \lg \frac{c_k}{c_t}$$

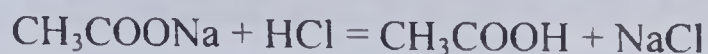
$$\text{pH} = 14 - \text{pK} + \lg \frac{c_n}{c_t}$$

Гендерсон – Гассельбах теңдеуінен буферлік жүйенің pH тәуелді:

1. Әлсіз электролит табиғатына, т.е. және оның диссоциация константаларына.

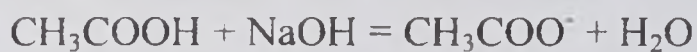
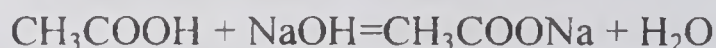
2. Буферлік жүйелер компоненттерінің концентрацияларға қатынасы.

Буферлік әрекет механизмін электрлі диссоциация теориясымен түсіндіруге болады. Кез келген буферлік жүйе әлсіз электролиттен ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) және күшті электролиттен- оның тұзынан ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) тұрады. Күшті қышқылды қосқанда буфердің тұзды бөлігімен әрекеттеседі:





Күшті қышқылдың әлсізге орынбасуы. Сілті қосқанда буфердің екінші компонентіне әсер етеді:



Буферлік жүйенің қабілеттілігі рН деңгейін белгілі бір деңгейге дейін ұстауы болып табылады. Буферлік ерітінділердің рН алу қосылатын күшті қышқыл санына және негіздер мен оның концентрацияларының компоненттерінің өзгеруіне байланысты. Буферлік жүйелердің қабілеттілігі рН өзгерісіне кері әрекеті буферлік сыйымдылықпен анықталады.

Буферлік сыйымдылық буферлік жүйелердің маңызды сипаттамасы болып есептеледі. Ортаның реакциясын ығыстыруға қарсы жасайтын буферлік жүйенің әсері буферлік сыйымдылық деп аталады. Буферлік сыйымдылық 1л буферлік ерітіндіге оның рН-ын 1-ге өзгерту үшін қосылатын күшті қышқылдың немесе сілтінің 1 моль эквивалент мөлшерімен өлшенеді.

Қышқылдық және сілтілік буферлік сыйымдылықтар болады.

$$B = \frac{cV}{\Delta \text{pH}W}$$

Мұндағы,  $c$  және  $V$  - күшті қышқыл немесе негіз концентрациясы мен көлемі,  $\Delta \text{pH}$  - рН өзгерісі,  $W$  - буферлі ерітіндінің көлемі:

Буферлік сыйымдылық буферлік жүйедегі компоненттердің концентрацияларының абсолюттік шамасына тәуелді болады, Компоненттердің концентрациялары неғұрлым жоғары болса, қышқыл немесе сілті қосқанда рН өзгерісі соғұрлым аз болады. Буферлік жүйедегі компоненттердің қатынасы 1-ге тең болғанда, буферлік сыйымдылық ең жоғарғы шегіне жетеді. Буферлік сыйымдылық ерітіндіні сұйылтқанда төмендейді, себебі ол компоненттердің концентрациясына тәуелді болады, ерітінділер  $\text{pH} = \text{pK}$  (қышқылды буферлік жүйе үшін) және

$\text{pH} = 14 - \text{pK}$  (негіз үшін).



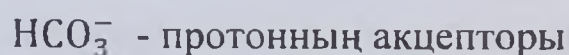
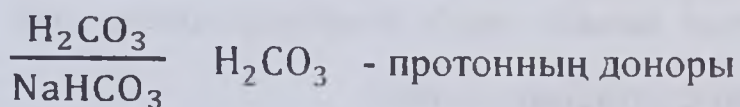
Буферлік жүйеде компоненттер қатынасы анағұрлым тұрақты. Буферлік сиымдылық келесі факторлармен анықталады:

1. Табиғи буферлік жүйелер.
2. Компоненттер концентрацияларының қатынасы.
3. Компоненттердің қатынасы.

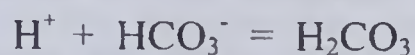
Ағзадағы зат алмасу процесінде көп мөлшерде қышқылдық өнім түзіледі— адамда суткасына 20-30 моль күшті қышқыл. Ағзаның әр түрлі нүктесінде рН өзгермейді. Изогидрия мүшелері және ағза тканьдері қышқылдығын-негізділігін тұрақты ұстап тұратын негізгі үш жұмысты ұстап тұрады.

1. Ағзадағы буферлік жүйеге буферлі әсер.
2. Тынысалу мүшелерінің жұмысы.
3. Бөлінген жүйенің жұмысы.

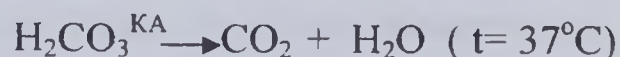
Бикарбонаттық буферлік жүйе қан плазмасының негізгі жүйесі болып есептеледі. Бұл жүйе әлсіз көмір қышқылынан ( $K=3,3 \cdot 10^{-7}$ ) және натрий бикарбонатынан тұрады. Олардың молекулалары қанның плазмасынында болады.  $H_2CO_3$  әлсіз қышқыл, сондықтан нашар диссоциацияланады, яғни бос күйінде ортаның қышқылдылығын анықтайтын  $H^+$  ионын өзінен бөліп жібермейді.



Қышқыл заттар көп мөлшерде қанға бөлінгенде, сутегі иондары гидрокарбонат ионымен әрекеттесіп,  $Na^+$  және  $H^+$  иондары алмасып, әлсіз көмір қышқылын түзеді:



Көмір қышқылының артық мөлшері карбоангидраза (КА) ферментінің әсерінен ыдырайды :



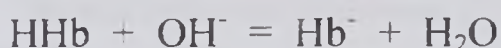
$CO_2$  гипервентиляция нәтижесінде өкпе арқылы сыртқа шығады.

Егер, қандағы  $\text{OH}^-$  -иондардың концентрациясы жоғарыласа, олар әлсіз көмір қышқылымен әрекеттеседі:



Оксигемоглобин - гемоглобин жүйесі қанның буферлік сыйымдылығының 75%-ін құрайды, ол гемоглобин ионы ( $\text{Hb}^-$ ) мен гемоглобиннің ( $\text{HHb}$ ) арасындағы тепе-теңдікпен сипатталады.

$\text{HHb}$ -донор                       $\text{Hb}^-$  - акцептор



Сол сияқты бұл жүйе оксигемоглобин -ионы ( $\text{HbO}_2^-$ ) мен оксигемоглобиннің ( $\text{HHbO}_2$ ) арасындағы байланыс мына теңдеумен көрсетіледі:

$\text{HHbO}_2$  - протонның доноры

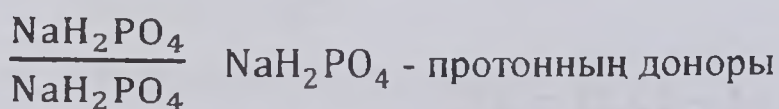
$\text{HbO}_2^-$  - протонның акцепторы



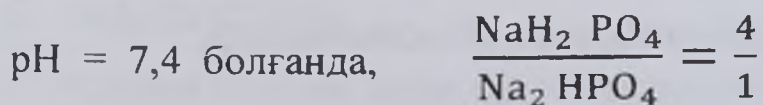
Екі тепе-теңдіктің арасындағы байланыс мыны теңдеумен көрсетіледі



Фосфаттық буферлік жүйе клетка ішілік және тканьдік негізгі жүйе болып есептеледі. Бүйректе жүретін физиологиялық процестерде маңызды роль атқарады. Бұл жүйе 2 тұздан тұрады :



$\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$  - протонның акцепторы



Тканьдік метаболизмнің қышқыл туындалары гидрофосфатпен нейтралданады :





Сілтілік туындылар дигидрофосфатпен әрекеттеседі :



Түзілген өнімдер бүйректе жиналып, несеппен сыртқа шығады.

### Типтік есептерді шығару үлгілері

**1мысал:** 20 мл 0,1н  $\text{CH}_3\text{COONa}$  және 80 мл 0,1н  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ерітіндісінен дайындалған ацетатты буферлі ерітіндінің рН есептеңіз.  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$

Шешуі:

Буферлі ерітіндінің рН есептеу қышқыл үшін Гендерсон – Гассельбахтың келесі теңдеуі бойынша жүргізіледі

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{кк-л}} - \lg \frac{[\text{кк-л}]}{[\text{тұз}]}, \text{ мұндағы } \text{pK} = -\lg K_d$$

$$\text{pH} = 4,75 - \lg \frac{80 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \text{ моль/л}}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \text{ моль/л}} = 4,15$$

Жауабы: ацетатты буферлі ерітіндінің рН 4,15.

**2 мысал:** Құрамы 0,1 моль/л аммоний гидроксиді және 0,01 г аммоний нитратынан тұратын буфер ерітіндісінің рН және рОН анықтаңыздар.  $\text{pK}_B=4,75$ .

Шешуі:

Буферлі ерітіндінің рН есептеу негіз үшін Гендерсон – Гассельбахтың келесі теңдеуі бойынша жүргізіледі  $\text{pH} = 14 - \text{pK} + \lg \frac{C_N}{C_T}$

$$\text{pH} = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,1}{0,01} = 9,25 + 1 = 10,25$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH}, \quad \text{pOH} = 14 - 10,25 = 3,75$$

### Есептер

1. Құрамы 0,200 М құмырсқа қышқылынан және 0,150 М натрий формиатынан тұратын буферлі ерітіндінің рН есептеңіздер,  $K_a = 2,1 \cdot 10^{-4}$  (Жауабы: 3,56).

2. 20 мл ( $C_m = 0,03$  моль/л) сірке қышқылы және 15 мл ( $C_m = 0,06$  моль/л) натрий ацетатынан тұратын буферлі ерітіндінің рН ортасын анықтаңыздар (Жауабы: 4,93).
3. 0,0100 М натрий бензоаты мен 0,0100 М бензой қышқылынан ( $C_6H_5COOH$ ,  $K_a = 6.6 \cdot 10^{-5}$ ) тұратын буферлі ерітіндінің рН ортасын анықтаңыздар (Жауабы: 4,18).
4. Қышқылды буферлі жүйенің рН анықтаңыздар, егер олардың концентрацияларының қатынасы 0,1 тең болса,  $pK_a = 7,2$  (Жауабы: 8,2).
5. 15 мл 0,1 натрий карбонатының моль/л ерітіндісіне 8 мл 0,1 моль/л гидрокарбонат натрий ерітіндісін қосқанда түзілген буфер ерітіндісінің рН және сутек концентрациясын анықтаңыздар,  $pK = 10,32$  (Жауабы: 10,59).

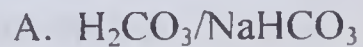
#### Тесттік тапсырмалар

1. Қандай буферлік жүйе амфолиттік болады
  - A.  $NH_2CH_2COOH$
  - B.  $CH_3COOH/CH_3COONa$
  - C.  $KH_2PO_4/K_2HPO_4$
  - D.  $H_2CO_3/NaHCO_3$
  - E.  $NH_4OH/NH_4Cl$
2. Қандай буферлік жүйе негіздік болады
  - A.  $NH_4OH/NH_4Cl$
  - B.  $CH_3COOH/CH_3COONa$
  - C.  $KH_2PO_4/K_2HPO_4$
  - D.  $H_2CO_3/NaHCO_3$
  - E.  $NH_2CH_2COOH$
3. Қандай буферлі жүйе ацетатты болады
  - A.  $CH_3COOH/CH_3COONa$
  - B.  $KH_2PO_4/K_2HPO_4$
  - C.  $H_2CO_3/NaHCO_3$

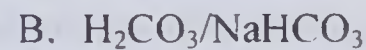




4. Қандай буферлі жүйе гидрокарбонатты болады



5. Қандай буферлі жүйе фосфатты болады



6. Қышқылдық буферлік ерітіндінің негізгі теңдеуі қалай бейнеленеді

A.  $[\text{H}^+] = Kc_k/c_c$

B.  $[\text{OH}^-] = Kc_0/c_c$

C.  $\text{pH} = \text{pK} - \lg c_k/c_c$

D.  $\text{pOH} = \text{pK} - \lg c_0/c_c$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pK} + \lg c_0/c_c$

7. Негіздік буферлік жүйенің негізгі теңдеуі қалай бейнеленеді

A.  $[\text{OH}^-] = Kc_0/c_c$

B.  $[\text{H}^+] = Kc_k/c_c$

C.  $\text{pH} = \text{pK} - \lg c_k/c_c$

D.  $\text{pOH} = \text{pK} - \lg c_0/c_c$

E.  $\text{pH} = 14 - \text{pK} + \lg c_0/c_c$

8. Қышқылдық буферлік жүйе үшін Гендерсон-Гассельбах теңдеуі қалай бейнеленеді

A.  $\text{pH} = \text{pK} - \lg c_k/c_c$

B.  $\text{pOH} = \text{pK} - \lg c_0/c_c$

C.  $pH = 14 - pK + \lg c_0/c_c$

D.  $[H^+] = K c_k/c_c$

E.  $[OH^-] = K c_0/c_c$

9. Негіздік буферлік жүйе үшін Гендерсон-Гассельбах теңдеуі қалай бейнеленеді

A.  $pH = 14 - pK + \lg c_0/c_c$

B.  $pOH = pK - \lg c_0/c_c$

C.  $pH = pK - \lg c_k/c_c$

D.  $[H^+] = K c_k/c_c$

E.  $[OH^-] = K c_0/c_c$

10. Компоненттердің қатынасы бойынша қай ерітіндінің буферлік сыйымдылығы ең жоғары:

A. 4:4

B. 3:4

C. 2:4

D. 4:3

E. 4:2

11. Алкалоз – ол:

A. қышқылды – негіздік тепе – теңдіктің сілтілік ортаға ығысуы

B. қышқылды – негіздік тепе – теңдіктің қышқылдық ортаға ығысуы

C. бейтарап ортаның болуы

D. қышқылды – негіздік тепе – теңдіктің ығыспауы

E. әлсіз негіздік ортаның болуы

12. Қан биологиялық сұйықтық, оның pH-ы тең:

A. 5,5-ке

B. 7,36-ға

C. 7,4

D. 7

E. 6,9



13. Қышқылды – негіздік тепе – теңдіктің сілтілік ортаға ығысуы қалай аталады?

- A. ацидоз
- B. алкалоз
- C. осмос
- D. диализ
- E. диффузия

14. Ерітіндінің рН – ты анықтау үшін индикаторлардың қандай қасиеттеріне негізделген.

- A. тотығу нәтижесінде түсін өзгертуіне
- B. концентрацияларына сәйкес боялуына
- C. рН өзгеруіне сәйкес түсін өзгертуіне
- D. тұнба түсуіне
- E. ерігіштік қасиетіне

15. Қышқылды – негіздік тепе – теңдіктің қышқылдық ортаға ығысуы қалай аталады?

- A. ацидоз
- B. алкалоз
- C. осмос
- D. диализ
- E. диффузия

#### 4. Ерітінділердің коллигативтік қасиеттері

Еріген заттың табиғатына тәуелді болмайтын, тек қана оның молярлық концентрациясына байланысты болатын ерітінділердің қасиеттері коллигативтік деп аталады. Мұндай қасиеттерге: осмос қысымы, ерітінді бетіндегі қаныққан бу қысымының төмендеуі, қайнау температурасының жоғарылауы, қату температурасының төмендеуі жатады.

Осмостық қысым, осмос құбылысы әсерінен пайда болады. Осмос бір еріткіште дайындалған кейбір заттың әртүрлі концентрациялы екі ерітіндісі су

(немесе басқа еріткіш) өткізетін және еріген зат молекулаларын өткізбейтін жартылай өткізгішпен бөлген кезде байқалады.

Мұндай өткізгіштер немесе мембраналар кейбір бейорганикалық және органикалық материалдардан жасалынады, олар тірі табиғатта жиі кездеседі.

Жасушалық деңгейден бастап тіршіліктің болуы осы мембраналарға байланысты. Мембрана қызметін атқаратын жасуша мен дене мүшелерінің қабықшалары олардың құрам тұрақтылығын қамтамасыз етеді, биологиялық мембраналар арқылы жасушаның қызметі үшін қажет заттар тасымалданады, олар арқылы тіршілік қалдықтары шығарылады. Сонымен, мембраналар биожүйелердің қажетті құрылымдық бірлігі ретінде саналады. Мембраналар түрлері сан алуан, олардың біреулері су үшін, басқалары - кейбір иондарға, кішкене молекулаларға ғана өтімді.

Табиғатта және тірі организмдерде ерітінділер еріткіштен еріген зат бөлшектерін өткізбейтін жартылай өткізгіш мембрана (жарғақ) арқылы бөлінген. Мұндай жағдайларда бір жақты диффузия, яғни еріткіштің ерітіндіге жартылай өткізгіш мембранамен арқылы өту, яғни осмос құбылысы байқалады. Әр түрлі концентрациялы ерітінділер жартылай өткізгіш мембранамен бөлінген жағдайда да осмос құбылысын бақылауға болады. Бұл жағдайда еріткіш концентрациясы төмен ерітіндіден концентрациясы жоғары ерітіндіге қарай бағытталады, ол тепе-тендік орнағанға дейін жүреді.

Осмос құбылысын бақылау үшін қарапайым осмометр деп аталатын құрал қолданылады.

Мембраналарға тері, пергамент, жануарлар, өсімдіктер ұлпалары, полимерлі заттар жатады. Ерітінді орналасқан ыдысқа (1) сумен толтырылған ыдыстан (2) су молекулалары өтіп ішкі ыдыстағы сұйық деңгейі жоғарылай бастайды, яғни шала өткізгіш мембрана арқылы еріткіш (су) ерітіндіге ауыса бастайды.

Еріткіштің мембрана арқылы өздігінен таза еріткіштен ерітіндіге ауысуын осмос деп атайды.



Осмос еріткіштің концентрациясының мембрананың екі жағында әртүрлі болуымен түсіндіріледі.

Осмос салдарынан ішкі ыдыстағы ерітінді көлемі ұлғаяды. Ерітінді көлемінің ұлғаюын тоқтату үшін ішкі ыдыстағы ерітіндіге сырттан қосымша қысым түсіру қажет.

Осмосты тоқтату үшін ерітінді үстіне түсірілген қосымша қысым осмос қысымы деп аталады.

Электролиттердің осмос қысымы молярлық концентрациясы бірдей электролит еместердің осмос қысымынан жоғары болады. Бұл өзгешелік электролит молекулаларының иондарға ыдырауы нәтижесінде ерітіндігі кинетикалық активті бөлшектер концентрацияларының жоғарлауымен түсіндіріледі. Электролиттердің сұйытылған ерітінділердің осмос қысымы мына тендеумен анықталады:

$$P = iC_M RT$$

$i$ -изотоникалық коэффициенті электролит ерітіндісінің осмос қысымы электролит емес ерітіндінің осмос қысымынан қанша есе жоғары екендігін көрсетеді, яғни изотоникалық коэффициент мына тендеу бойынша есептеледі:

$$i = 1 + \alpha(n - 1)$$

$\alpha$  - электролиттің диссоциациялану дәрежесі;

$n$  - электролиттің диссоциациялану нәтижесінде түзілген иондардың саны.

Күшті электролиттердің аса сұйытылған ерітінділерінде  $\alpha=1$  болғандықтан  $i = n$ . Ерітінділердің осмос қысымын анықтау үшін қолданылатын Вант-Гофф заңы бойынша электролит еместердің сұйытылған ерітінділердің осмос қысымы молярлық концентрацияға және абсолюттік температураға тура пропорционал:

$$P = C_M RT$$

$P$  - осмос қысымы, атм. немесе паскаль;

$C_M$  - молярлық концентрация, моль/л;

$R$  - газ тұрақтылығы,  $R = (0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/\text{К} \cdot \text{моль}; 8,31 \text{ Дж}/\text{К} \cdot \text{моль})$

Изотоникалық, гипертоникалық және гипотоникалық ерітінділер

Осмос қысымдары бірдей ерітінділер изотоникалық ерітінділер деп аталады. Медицинада және фармацевтикада осмос қысымына сәйкес келетін (7.7 атм ) ерітінділер изотоникалық деп есептелінеді, ал өзара салыстырылып отырған екі ерітіндінің осмос қысымы жоғары ерітінділер гипертоникалық, осмос қысымы төмен ерітінділер гипотоникалық болып келеді. Ерітінділердің изотоникалық қасиеті қанға, жұлын, ми каналына, бұлшық ет талшықтарына бөтен ерітінділер құйғанда және инъекция жасағанда маңызды роль атқарады.

Осмостық құбылыстың әртүрлі физиологиялық процестерде алатын орны жоғары. Әртүрлі физиологиялық орталардың (плазма, жасуша ішіндегі сұйықтық, несеп және т.б.) тұрақты осмостық қысымда болуы гомеостаздың іргелі физикалық-химиялық көрсеткіші болады.

Жоғары молекулалы компонент ақсылға жалпы қысымның азғана бөлігі тиесілі, оны онкотикалық қысым деп атайды. Альбумин және глобулин әсерінен қанның онкотикалық қысымы тек 0,03-0,04 атмосфераға жетеді.

Адам организмі көптеген физикалық - химиялық көрсеткіштердің, соның ішіндегі қанның осмос қысымының тұрақтылығымен сипатталады. қан плазмасында осмос қысымының тұрақтылығын қамтамасыз ететін компонент - натрий хлориді адам организмінде мен клеткаларындағы осмос қысымының тұрақтылығы изоосмия деп аталады.

### Лизис, гемолиз, плазмолиз

Жасушалар күшті гипотоникалық ерітіндіде болса олар ісініп, жарылады бұл процесс лизис деп аталады. Ал, қан жасушасының мұндай бүлінуі (ыдырауы) гемолиз деп аталынады.

Гипертоникалық ортада болған кезде жасуша жиырылатын кері құбылыс плазмолиз деп аталынады.

Осмостық реттелудің негізгі міндетін бүйрек орындайды. Несептің осмостық қысымы қалыпты жағдайда қан плазмасынан көп үлкен бұл қаннан бүйрекке активті өтуге жағдай жасайды. Осмостық реттелу фермент жүйелердің бақылауында өтеді. Олардың қызметтерінің бұзылуы патологиялық процестерге әкеледі. Мысалы нефрит ауруы кезінде несептің осмостық қысымы



қанмен салыстырғанда төмен болады да, ол заттардың кері тасымалдауына әкеледі.

Ішкі веналық инъекция жасағанда, осмостық баланстың бүлінуі болмау үшін изотонды ерітінді пайдаланылады. Құрамында 0,9% хлорлы натрий бар физиологиялық ерітінді қанға қатынасты изотонды болып саналады. Қорыта айтқанда, нағыз физиологиялық ерітінді болып құрамында қан плазмасының құрамына сәйкес ерітінді бар ерітінді саналады, онда нақты қатынаста натрий, калий, магний, кальций катиондары және хлорид, бикарбонат, сульфат аниондары болады.

Глаубер тұзы  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  және ащы тұздың  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  іш әлсіреткіш әсері осмос құбылысымен түсіндіріледі. Бұл тұздар асқазан қабырғасынан нашар сіңеді, сондықтан олардың асқазандағы және ішектегі жоғары концентрациясы ішек ішіне судың қарқынды өтуіне жағдай жасап, ішті әлсіреткіш әсеріне әкеледі.

Кері құбылыс - ішектен қарынға сұйықтықтың өтуін перитональды диализде жасайды, бұл кезде қарынды ашып, және бір мезгілде асқазан мен ішекке өте көп сұйықтық жіберіп, күшті электролит концентрациясын арттырады.

Бұл асқазан қабырғасы арқылы улы заттар өтетін күшті улану кезінде орындалады. Осы жолмен асқазан-ішек жолынан судың қарқынды өтуіне жағдай жасайды, ол өзімен улы заттарды әкетеді.

Хирургияда осмос құбылысын, гипертониды марля дәкесі (10%-тік натрий хлориді ерітіндісі сіңірілген марлі) атқарады. Бұл кезде жара ірің және инфекция алып жүргіштерден тазаланады.

### **Ерітінділер буының қысымы. Рауль заңы**

Коллигативті деп еріген заттың табиғатына тәуелді емес, тек оның мольдік концентрациясына байланысты қасиеттерді айтады.

Сұйытылған ерітінділер үшін мұндай қасиеттерге ерітінді үстіндегі қаныққан бу қысымының (қ.б.қ.) төмендеуі, қайнау температурасының жоғарылауы және қату температурасының төмендеуі, осмос қысымы жатады.

Коллигативті қасиеттерді зерттеу арқылы еріген заттың мольдік массасын, оның диссоциациялану не ассоциациялану дәрежелерін анықтауға болады.

Кез келген сұйықтықтың үстінде сол сұйықтықпен тепе-тендік күйдегі бу болады. Жабық ыдыстағы судың молекулалары үздіксіз қозғалыста болады. Қарама-қарсы екі процесі булану және конденсация процестері жүріп жатады. Белгілі бір мезетте булану және конденсация процестерінің жылдамдықтары өзара теңеседі. Сұйық өзінің буымен тепе-тендікке келеді. Тепе-тендіктегі бу қаныққан бу деп аталады. Қаныққан будың сұйықтық үстіне түсіретін қысымының шамасы қаныққан бу қысымы деп аталады.

Немесе, белгілі бір температурада сұйықтықтың булану және конденсациялану жылдамдықтары теңесетін динамикалық тепе-тендікке сәйкес келетін бу қысымы қаныққан будың қысымы деп аталады.

Таза еріткіш бетіндегі қаныққан будың қысымы ерітінді бетіндегі бу қысымынан жоғары болады, себебі бірінші жағдайда сұйық фаза жағынан барлық булану беткейінде еріткіш молекулалары ғана орналасады, ал екінші жағдайда булану беткейінің бір бөлігінде еріген зат молекулалары орналасып, олар химиялық байланыс күштерінің арқсында жақын орналасқан молекулаларды ұстап қалады.

Ф.М.Рауль 1886 ж. мынанадай қарғандығына келді: ерітінді бетіндегі еріткіштің бу қысымының салыстырмалы төмендеуі еріген заттың мольдік үлесіне тең болады.

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{n}{n + N}; \quad \frac{n}{n + N} = N_2 \quad \text{болса}$$

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = N_2; \quad P^0 - P = P^0 N_2 \quad \text{немесе} \quad \Delta P^0 = P^0 N_2$$

$P^0$  - еріткіш бетіндегі қаныққан бу қысымы;

$P$  - ерітінді бетіндегі қаныққан будың қысымы;

$\Delta P$  - ерітінді бетіндегі бу қысымының төмендеуі;

$n$  - еріген заттың мөлшері;

$N$  - еріткіш мөлшері;



$N$  - еріген заттың мольдік үлесі ( $N_2$ ).

$n+N$

Бұл теңдеу электролиттер үшін былай жазылады:

$$\frac{P^0 - P}{P^0} = \frac{in}{i(n+N)}; \quad \frac{P^0 - P}{P^0} = N_2, \quad \Delta P = P^0 - P = P^0 i N_2$$

Рауль заңының екі салдары бар:

1-салдар: Ертіндінің қайғау температурасының жоғарлауы ертіндінің моляльдық концентрациясына тура пропорционал болады, яғни

$$\text{Электролит еместер үшін: } \Delta t = K_{эб} \cdot C_M$$

$$\text{Электролиттер үшін: } \Delta t = I \cdot K_{эб} \cdot C_M$$

$C_M$  - моляльдық концентрация, моль/кг;

$i$  - изотоникалық коэффициент;

$K_{эб}$  - эбулиоскопиялық константа;

$K_{эб}$  - ерітікіштің ғана табиғатын сипаттайды, кез келген судағы ертінді үшін  $K_{эб} = 0.52^0$ .

2-салдар: Ертіндінің кату температурасының төмендеуі ертіндінің моляльдық концентрациясына тура пропорционал болады, яғни

$$\text{Электролит еместер үшін: } \Delta t = K_{кр} \cdot C_M$$

$$\text{Электролиттер үшін: } \Delta t = i \cdot K_{кр} \cdot C_M$$

$K_{кр}$  - криоскопиялық константа, кез келген судағы ертінді үшін

$$K_{кр} = 1.86^0.$$

Физиологиялық сұйықтардың осмос қысымы электролиттердің мөлшерімен анықталады. Тірі организмде осмостың күшімен судың тасымалдануын осмос қысымының өзгерістерінен байқауға болады.

Физиологиялық сұйықтарда электролиттердің болуы белоктардың, амин қышқылдарының, т.б. органикалық қосылыстардың, әсіресе поюсті молекулалардың ерігіштігіне әсер етеді. Концентрация төмен болып, ертіндінің иондық күші  $J < 1/2$  болғанда, сұйықтардағы электролит мөлшерінің жоғарылауы, мысалы, оларда гемоглобиннің, корбоксигемоглобиннің және цистиннің ерігіштігін жоғарылатады. Бірақ электролиттің концентрациясы одан

әрі жоғарылайтын ( $J > 2$ ) болса, аталған заттардың ерігіштігі төмендейді. Электролиттердің суды гидрат түрінде ұстап қалу қабілеті организмнің сусыздануына кедергі жасайды. Электролиттердің жетіспеуі және соған байланысты организмнің суды жоғалтуы қанның қоюлануына, сөйтіп қан айналу динамикасының бұзылуына әкеледі. Электролиттік байланыстың бұзылуы организмге қатерлі болып келеді, мысалы, клетка сыртындағы сұйықтың құрамындағы суды  $1/3$  –і кететін болса, адам өледі. Организмде катиондар алмасуының бұзылуы бұлшық еттердің әлсіреуіне, қозғалу активтілігінің нашарлап, жойылуына әкеледі. Катиондардың ішінде барлық тканьдер мен сұйықтарда кездесетін  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  - иондары маңызды болып есептеледі. Адам организміңде  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{Mg}^{2+}$  - иондарынан басқа 50-ден астам элементтің көбісі күрделі комплексті иондар түрінде кездеседі, олар зат және энергия алмасу процестеріне әсер етеді.

### Типтік есептерді шығару үлгілері

**1 мысал:** Егер  $20^\circ\text{C}$  кезінде  $0,1$  молярлы сахароза ерітіндісінің осмостық қысымы нешеге тең?

Шешуі: Ерітінділердің осмос қысымын анықтау үшін қолданылатын Вант-Гофф заңы бойынша электролит еместердің сұйытылған ертінділердің осмос қысымы молярлық концентрацияға және абсолюттік температураға тура пропорционал:

$$P = C_M RT$$

$R$  - газ тұрақтылығы,  $R = 8,31$  Дж/моль:  $T$  - абсолюттік температура  $273$  К яғни  $T = 273 + 20^\circ\text{C} = 293$  К

$$P = 0,1\text{M} \cdot 8,31 \cdot 293\text{K} = 243 \text{ кПа.}$$

Жауабы: осмостық қысымы  $243$  кПа тең.

**2 мысал:** Электролиттің  $0,04$  молярлы ерітіндісінің осмостық қысымы  $2,15$  атм тең.  $0^\circ\text{C}$  температурада электролиттің диссоциялану дәрежесі ерітіндіде  $0,7$  тең болса электролиттің иондарның саны нешеге тең?

Шешуі:  $P = C_M RT$        $P = 0,04 \cdot 0,082 \cdot 273 = 0,89$  атм



$$i = \frac{P^1}{P} \quad i = \frac{2,15}{0,89} = 2,41$$

$$i = 1 + \alpha(n - 1) \quad ,$$

$$n = \frac{i-1+\alpha}{\alpha} \quad n = \frac{2,41-1+0,7}{0,7} \approx 3$$

Жауабы: электролиттің иондарның саны 3 тең.

**3 Мысал:** Құрамы 250 г судан және 54 г глюкозадан тұратын ерітінді қандай температурада кристалданады?

Шешуі:

$$\Delta t_{\text{қату}} = K_{\text{кр}} \cdot C_M \quad C_M = \frac{m(\text{зат})}{M(\text{зат}) \cdot m(\text{ер-ш})} = \frac{54\text{г}}{180 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ кг}} = 1,2 \text{ моль/кг}$$

$$\Delta t_{\text{қату}} = 1,86 \cdot 1,2 = 2,23^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{қату}} = t_{\text{қ, ер-ш}} - t_{\text{қ, ер-ді}} \quad \Delta t_{\text{қату}} = 0^\circ - 2,23^\circ\text{C} = -2,23^\circ\text{C}$$

Жауабы:  $-2,23^\circ\text{C}$  кристалданады.

**4 мысал:** 0,05 моль/л мырыш сульфаты ерітіндісінің диссоциациялану дәрежесі 0,4 тең. Осындай жағдайда осмостық қысымы  $0^\circ\text{C}$  температурада қалай өзгереді?

$$\text{Шешуі: } P_{\text{теор.}} = C_M RT \quad P_{\text{теор.}} = 0,05 \cdot 0,082 \cdot 273 = 1,12 \text{ атм}$$

$\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$  реакцияда диссоциациялану саны 2.

$$i = 1 + \alpha(n - 1); \quad i = 1 + 0,4(2 - 1); \quad i = 1,4$$

$$i = \frac{P^1}{P}; \quad P^1 = i \cdot P \quad P^1 = 1,4 \cdot 1,12 = 1,57 \text{ атм.}$$

### Есептер

1. Глюкоза ерітіндісінің осмостық қысымы 290 кПа ( $t = 17^\circ\text{C}$ ) тең болған жағдайда, ерітіндісінің молярлық концентрациясы қандай?
2. Егер  $32^\circ\text{C}$ -та осмостық қысымы 4,53 кПА болса, 2 л ерітіндіде бейэлектролиттің молі нешеге тең болады?

3. 293 К бойынша 350 г суда 16 г сахароза ерітілген. Ерітіндінің тығыздығы бірге тең болған жағдайда, осы ерітіндінің осмостық қысымы қандай болады?
4. 27<sup>0</sup>С-та берілген ерітіндінің осмостық қысымы 300 кПа болса, глюкоза C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ерітіндісінің молярлық концентрациясы нешеге тең болады?
5. 22<sup>0</sup>С кезінде 0,1 молярлы глюкоза C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> ерітіндісінің осмостық қысымы нешеге тең?

### Тесттік тапсырмалар

1. Жартылай өткізгіш мембрана арқылы аз концентрациялы ерітіндіден концентрациясы көп ерітіндіге қарай еріткіш молекулаларының ауысуы аталады:

- A) тотығу
- B) тотықсыздану
- C) осмос
- D) диффузия
- E) конденсациялану

2. Гипотоникалық ерітіндіде еріткіштің жасушаға өтіп, эритроцит қабықшасын бұзу процесі аталады:

- A) осмос
- B) плазмолиз
- C) лизис
- D) гемолиз
- E) гидролиз

3. Сулы ерітінділер үшін криоскопиялық константасының мәні тең болады:

- A) 1,86
- B) 18,6
- C) 0,52
- D) 5,2
- E) 1,0.



4. Қату температураның төмендеуін қандай формулаға арқылы есептеуге болады?

A)  $\Delta t_{\text{кату}} = K \cdot C_m$

B)  $\Delta t_{\text{кату}} = \frac{K}{C_m}$

C)  $\Delta t_{\text{кату}} = E \cdot C_m$

D)  $\Delta t_{\text{кату}} = RC$

E)  $P = CRT$

5. Бейэлектролит ерітінділерінің осмостыққысымын есептеу формуласы:

A)  $P = mRT$

B)  $P = CRT$

C)  $P = \frac{C}{RT}$

D)  $P = \frac{CR}{T}$

E)  $\Delta t = K \cdot C_m$

6. Судың эбулиоскопиялық константасының мәні:

A) 1,86

B) 1,35

C) 2,45

D) 0,52

E) 0,96

7. Қан плазмасына қатысты изотонды ерітінді бола алатын глюкоза ерітіндісін көрсетіңіз:

A) 0,85 %-тік

B) 1,5 %-тік

C) 3 % -тік

D) 4,5 %-тік

E) 40%-тік

8. Қан плазмасына қатысты изотонды ерітінді бола алатын натрий хлоридінің ерітіндісін көрсетіңіз:

A) 5 %-тік

- B) 1,5 %-тік
- C) 10% -тік
- D) 4,5 %-тік
- E) 0,9%-тік

9.  $P = iCRT$  формуласы бойынша есептеуге болады:

- A) электролит еместердің осмос қысымын
- B) электролиттердің осмос қысымын
- C) кату температураның төмендеуін
- D) қайнау температураның жоғарылауын
- E) молярлық концентрацияны

10. Электролиттерге арналған Вант-Гофф заңының математикалық өрнегі:

- A)  $P = iCRT$
- B)  $P = CRT$
- C)  $P = iRT$
- D)  $P = RT^2$
- E)  $\Delta t = K \cdot C_m$

11. Ерітінділердің коллигативтік қасиеттеріне жатады:

- A) осмостық қысым
- B) қайнау температурасының көтерілуі
- C) кату температурасының төмендеуі
- D) молярлық концентрация
- E) A, B, C жауаптары

12.  $P = CRT$  формуласы бойынша есептеуге болады:

- A) электролит еместердің осмос қысымын
- B) электролиттердің осмос қысымын
- C) кату температураның төмендеуін
- D) қайнау температураның жоғарылауын
- E) молярлық концентрацияны



13. Гипотоникалық ерітіндіде еріткіштің жасушаға өтіп, клетка қабықшасын бұзу процесі аталады:

- A) осмос
- B) плазмолиз
- C) лизис
- D) гемолиз
- E) гидролиз

14. Гипертоникалық ерітіндіде еріткіштің жасушадан ерітіндіге өтіп, клетканың бүрісуі процесі аталады:

- A) осмос
- B) плазмолиз
- C) лизис
- D) гемолиз
- E) гидролиз

15. Қайнау температураның жоғарылауын қандай формулаға арқылы есептеуге болады:

- A)  $\Delta t_{\text{қай}} = K_{\text{Эб}} \cdot C_m$
- B)  $\Delta t_{\text{қай}} = \frac{K}{C_m}$
- C)  $\Delta t_{\text{қату}} = K_{\text{кр}} \cdot C_m$
- D)  $\Delta t_{\text{қай}} = RC$
- E)  $P = CRT$

## 5. Сапалық анализ

### 5.1. Сапалық химиялық анализ әдістерінің жіктелуі

Сапалық анализ әдістері химиялық, физикалы-химиялық және физикалық болып бөлінеді.

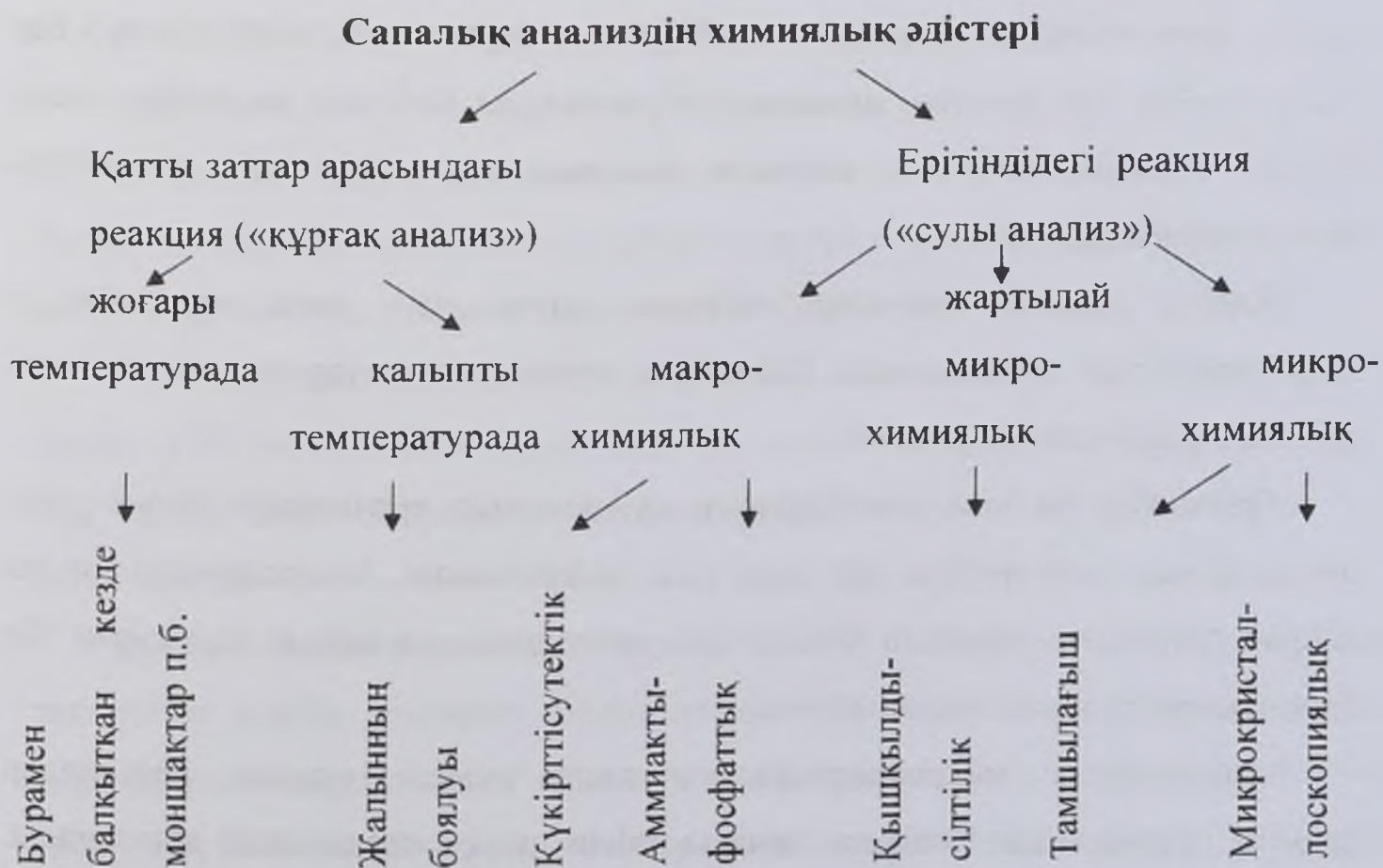
Физикалық әдіс элементтің, ионның тұрақты физикалық қасиеттеріне-түр-түсіне, спектріне, тығыздығына т.б. негізделген. Бұл әдіске спектрлік, рентгенқұрылымдық, масс-спектрометриялық анализдері жатады.

Физикалы-химиялық әдіспен анализ жасаған кезде, алдымен химиялық реакция жүргізіп анықталатын затқа тән айрықша қосылыс алынады. Содан соң оны физикалық әдіспен зерттейді. Бұл әдістерге жатады: полярография, хроматография және т.б.

Осы екі әдіс үшін химиялық препараттармен қатар арнайы аспаптар, электр тогі т.б. құралдар қажет. Соған орай бұл әдістермен тек тұрақты зертханалық жағдайда ғана анализ жасауға болады.

Химиялық әдіс заттар арасында жүретін химиялық реакцияға негізделген. Бұл реакциялар кезінде әр затқа (элементке, ионға) тән айрықша не тұнба, не түсті қосылыс, не газ түзілуі тиіс. Айрықша қосылыс түзетін реакциялар аналитикалық деп аталады. Химиялық әдіспен жүргізу үшін қажет реактивтер мен ыдыстар болса болғаны. Сондықтан бұл әдіс көмегімен кез келген жерлерде анализ жүргізуге болады.

I сызбанұсқа - Химиялық сапалық анализ әдістерінің жіктелуі.





**Микрокристаллоскопиялық әдіс** нәтижесінде тән пішінді кристалдар түзілетін реакциялар арқылы микроскоптың көмегімен компонентті анықтауға негізделген. Мысалы, ерітіндіде өте аз мөлшерде болатын сілтілік және сілтілік-жер металдардың катиондары осылай анықталады.

Аналитикалық реакциялар **құрғақ түрінде және ерітінділерде** жүргізілуі мүмкін. Құрғақ әдіс үшін зерттелетін зат пен реагент қатты түрінде алынады да, жоғары температураға дейін қыздырылады. Құрғақ әдіске жалын түсінің өзгеруі жатады – **пирохимиялық әдістер**. Мысалы, натрий тұздарын платина сымдары арқылы түссіз газ жалынына ұстағанда оның түсі ашық сары түске, калий тұздары таңқурай түске, барий тұздары жасыл түске жалынды бояйды.

Құрғақ немесе сұйық татпаны жанарғы жалынына орналастыру, татпаны басқа құрғақ затпен араластырып үгу, перлалар даярлау және т.б. құрғақ реакциялар қатарына жатады. Құрғақ жолмен жүретін реакцияларға бура немесе соданың көмегімен боялған шынылардың (перлалар) түзілуі жатады. Кейбір элементтердің балқытқыштың біреуімен қорытылып, өзіне тән түсі бар шыны тәрізді түйіршіктер, мысалы,  $\text{Cr}^{3+}$  жасыл, ал  $\text{Co}^{2+}$  көк перлалар түзеді. Құрғақ әдістің көмегімен көбінесе қосымша, алдын – ала өткізілетін зерттеулерді жүргізеді.

Жалпы сапалық анализде көбінесе құрғақ әдіс емес, ерітінділерде жүргізілетін әдіс қолданылады. Сондықтан зерттелетін заттар мен реагенттерді еріткіштер арқылы еріту қажет.

Еріткіштер ретінде дистилденген су, қышқыл ерітінділері (және т.б.), патша арағы, сілті ерітінділері және т.с.с. пайдаланады. Анализденетін зат еш қандай еріткіште ерімейтін болса, оны еріту үшін ол қандай болмасын бір балқытқышпен қосып қорытылады.

Микроанализ микрокристаллоскопиялық немесе тамшы реакциялар арқылы орындалады. Көбінесе **тамшы әдісін** сүзгі қағаздарында орындайды. Ол үшін қағазға зерттелетін зат пен реагентті бірінен соң бірін тамшылатып қосады. Реакция нәтижесінде сүзгі қағазында боялған дақ қалады. Дақтың түсіне байланысты ерітіндіде қандай иондар бар екенін анықтауға болады.

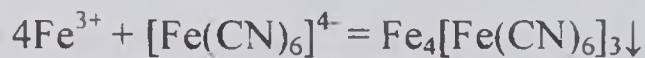
Жартылай микроанализ үшін жуықтап алғанда қатты заттар мөлшері 50 мг, ал ерітінділер 1мл болуы шарт. Жартылай микроанализде макроанализдегі жүргізетін бөлу әдістері сақтала отырып, бұл операциялардың бәрі заттардың өте аз мөлшермен орындалады.

## 5.2. Сапалық анализдің негізгі түсініктері

Иондарды табу үшін әртүрлі сыртқы өзгерістермен жүретін реакцияларды қолданады, мысалы тұнбаның түзілуі немесе еруі, ерітіндінің түсі өзгеруі, газдың бөлінуі; яғни зерттелетін ионды сыртқы түрі мен тән қасиеттері жақсы танымал қосылысқа айналдыру. Бұл кезде жүретін химиялық өзгерістерді **аналитикалық реакция** деп аталады.

Сапалық анализде аналитикалық реакциялардың қолдану аймағына қарай **топтық және жеке** (сипаттамалы) деп бөлінеді.

Қандай-да болмасын ион үшін тән реакция, сол ионның жеке реакциясы деп аталады. Мысалы,  $K_4[Fe(CN)_6]$  темір  $Fe^{3+}$  ионның реактивіне жатады, ал



реакциясы – осы ионның жеке реакциясы деп аталады.

Иондарды табу үшін қолданылатын заттар осы иондарға **реактивтер** болып есептеледі. Аналитикалық реакцияларды іске асыру үшін қолданылатын реактивтер арнайы, талғампазды (селективті) және топтық болып бөлінеді.

**Талғампазды** (селективті) реактивтер бір немесе бірнеше топтарға жататын бір қатар иондармен әрекеттесе алады. Мысалы, KI реактиві  $Pb^{2+}$ ,  $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$  иондарымен (II топ), сонымен қатар  $Hg^{2+}$  және  $Cu^{2+}$  иондарымен (IV топ) әрекеттеседі.

**Топтық** реакция көмегімен күрделі қоспадан аналитикалық деп аталатын заттардың кейбір топтарын бөліп алады. Мысалы, күкірттісутектік анализ әдісінде катиондарды келесі топтық реактивтер бөледі: HCl – V,  $(NH_4)_2S$  – III,  $(NH_4)_2CO_3$  – II аналитикалық топтар элементтеріне. Бұл топтық реагенттер берілген топтың элементтерін анықтауға мүмкіндік жасайды. Анализ жүйелілікпен жүргенде олар аналитикалық топты басқалардан толық айыруға



заттардың іздік мөлшерін концентрлеу үшін, анализдің барысында кедергі жасайтын топтар немесе элементтерді айыру үшін қолданылады.

Реактивтің құрамына байланысты бейорганикалық және органикалық болуы мүмкін. Реактивтердің тазалық дәрежесі бойынша: **химиялық таза (х.т.), анализ үшін таза (а.ү.т.), таза (т) және техникалық** болып бөлінеді. Зертханаларда басым көпшілігінде а.ү.т. қолданады.

Аналитикалық реакция белгілі бір талаптарға жауап беру керек. Ол тым баяу жүрмеу қажет және орындалу бойынша қарапайым болғаны абзал. Химиялық анализ фармацевтика өндірісінде көп қолданылады. Бірақ бұл анализдер әр уақытта керекке жарай бермейді, себебі қазіргі заманда аналитикалық реакцияға қойылатын талаптар өте жоғары, яғни реакцияның сезімталдылығы, шапшандығы, қарапайымдылығы, дәлдігі, анықтау шегінің неғұрлым төмен болуы ескерледі. Аналитикалық реакцияларға қойылатын талаптардың ең маңыздысы: ерекшелік пен сезімталдылық.

Реакцияның **сезімталдылығы** анықталатын зат пен ионды табуға сенімді аналитикалық эффекті бере алатындай қабілеттің болуымен анықталады. Реакцияның сезімталдылығын өрнектеудің бірнеше тәсілдері бар:

1. Анықталу шегі (минимум)  $m$  – берілген реакция бойынша ионның анықталатын ең аз микрограмм саны.

2. Минималды концентрация  $C_{\min}$  – көрінетін нәтижені бере алатын ерітіндінің ең төмен концентрациясы анықталатын 1г ионның еріткіштің ең үлкен көлеміне (грамм санына) қатынасы.

Мысалы:  $\text{Cu}^{2+}$  және  $\text{NH}_3$  ерітіндісімен реакциясы үшін минималды сұйылту 1:250000, ол дегенің құрамы 1 г  $\text{Cu}^{2+}$  250000см<sup>3</sup> болғаны, бұл жағдайда әліде болса мыс ионын ашуға болады.

$$m = CV \cdot 10^6 \quad C = m/V \cdot 10^6 \quad V - \text{ерітінді көлемі, см}^3$$

**Анықталу шегі**  $C_{\min}$  – 1см<sup>3</sup> ерітінді ішіндегі ионның грамм санын көрсетеді. Сезімталдылықтың көрсеткіші дегеніміз (pD) анықталу шегінің теріс логарифмі. Сезімталдылықтың бір түрі белгілі болса қалғанын оңай есептеуге болады.

$m = C_{\min} V \cdot 10^6$ , мұндағы  $V$ -шекті концентрацияның ең кіші көлемі, (көбінесе бір тамшының көлемі – 0,02-0,05мл)

$$C_{\min} = 1:W, \text{ олай болса } W = V \cdot 10^6/m$$

$$\text{Сондықтан } C_{\min} = 1/W \quad pD = -\lg C_{\min}$$

Жалпы сапалық анализде концентрацияның шегі  $1:10^3$  нен  $1:5 \cdot 10^7$  және сезімталдылықтың көрсеткіші 3-8 ортасында кездеседі. Реакциялардың сезімталдылығын салыстырғанда неғұрлым  $m$  мен  $C_{\min}$  кіші,  $W$  мен  $pD$  көп болса, солғұрлым сезімталдылық жоғары болады және сезімталдылық реакцияның ортасына, яғни  $pH$  мөлшеріне, ион күшіне, иондардың белсенділігіне, ерітіндінің көлеміне тағы да басқа фактілерге байланысты болады.

### 5.3 Аналитикалық реакцияларды жүргізу жағдайлары

Аналитикалық реакцияларды жүргізу үшін белгілі жағдайлар туғызу керек. Мысалы, кейбір жағдайларда қышқылда еритін тұнбалар, қышқылдың артық мөлшерінде ерімейді. Тура солай негіздерде еритін тұнбалар, негіздік ортада түзілмейді. Реакцияның жүруіне тек орта ғана емес, сонымен қатар температураның да әсері бар. Температураны жоғарлатқан сайын тұнбаның ерігіштігі артады, сондықтан ыстық ерітіндіден тұнба алуға болмайды.

Реакцияның жүруіне ерітіндінің концентрациясының да тигізетін әсері мол. Егер іздеп отырған ионның концентрациясы аз болса, реакция жүрмейді. Бірақ ерітіндіде белгілі температурада иондар концентрациясының көбейтіндісі оның ерігіштік көбейтіндісінен артық болса, тұнба түзіледі.

Егер зат берілген еріткіште аз еритін болса, онда оның ерітіндідегі мөлшері аз болса да тұнба түзіледі-бұл реакцияны талғамды реакция деп атайды. Егер заттың ерігіштігі жақсы болса, онда реакцияның талғамдылығы аз болғаны, бұл жағдайларда еріген заттың мөлшері көп болуы керек. Реакцияға органикалық заттар қосу арқылы оның талғамдылығын арттыруға болады.

Сапалық реакцияларды орындағанда олар жүру үшін белгілі жағдай жасау қажет:



- ерітіндінің тиісті ортасын, рН (мысалы, қышқылда еритін тұнба қышқыл ерітінділерден тұнбаға түспейді, тұндырғыштың артық мөлшерінде немесе ерітіндіде комплекстеуші заттар болғанда ери алады)

- берілген жағдайда тұнбаның ерігіштігін арттыру үшін анықталатын, ионның концентрациясы жеткілікті болуы қажет,

- тиісті температура және т.с.с.

Бейорганикалық қосылыстардың сапалық анализінің негізгі мәселесі химиялық құрамын анықтау, яғни анықталатын татпадағы катиондар мен аниондарды табу болып табылады. Сапалық анализдің химиялық әдістерінде анықталатын компонентті (атомдар, иондар, молекулалар) өзіне тән қасиеті бар тиісті қосылыстарға өткізеді: тұнбаға түсу, түсінің өзгеруі, газдың бөлініп шығуы, тән кристалдардың түзілуі және т.с.с., бұл дәл осы компоненттің барлығын бір мәнділікпен анықтауға мүмкіндік береді.

#### **5.4 Жүйелі және бөлшектеу анализ әдістері**

##### **Катиондарды топтарға бөлу**

Бейорганикалық заттардың сапалық анализін жүргізу үшін, оны ерітіндіге айналдырады содан соң катиондар мен аниондар анықталады.

Егер анализденетін ерітіндінің құрамы белгісіз әрі күрделі болса, онда катиондар мен аниондарды зерттеу үшін **жүйелі анализ әдісі** қолданылады.

Егер ерітіндінің құрамы қарапайым болса, анализді **бөлшектеу әдісімен** жүргізуге болады.

Анализдің бөлшектеу әдісі Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесіне сүйенеді. Барлық катиондар үш топқа бөлінеді, оған s,p,d- элементтері де кіреді. Бөлшектеу анализінде басқа иондар қатысында зерттелетін ерітіндінің жеке ионын анықтауға тән реакциялар мен реактивтер қолданылады.

**Жүйелі анализді** орындағанда операциялардың жасалуының бірізділігін сақтайды, алдымен заттарды топтарға бөледі, содан соң әрбір затты топ ішінен бөліп, анықтайды. Ол үшін қосылыстар немесе иондар қасиетінің ұқсастығына негізделген бөлу реакцияларын пайдаланады. Заттарды топтарға бөлу топтық реагенттермен әсер етіп жасалады.

Анализдің жүйелі әдісінің аталуы топтық реагентпен анықталады.

Әрбір жүйелі әдістер өзінің аналитикалық топтардың катиондарына жіктеледі. Әрбір катиондардың тобында, сол топтың барлық катиондармен әрекеттесетін, ұсынылған топтың катиондарын айқын бөліп алатын және оның құрамына кіретін катиондарды анықтайтын өзінің топтық реактиві болады.

Жүйелі анализ әдістердің бірнеше түрі бар. Күкіртсутекті әдіс  $H_2S$ -пен тұздардың әрекеттесу кезінде сульфидтердің түзілуіне негізделген. Қазіргі кезде күкіртсутексіз әдістерді кенінен қолданады: **қышқылды-негіздік және аммиакты-фосфатты әдістерді.**

Осы оқу-құралда қышқылды-негіздік әдіс бойынша катиондардың жіктелуі қарастырылады.

Бұл әдіс - хлоридтер, сульфаттар және гидроксидтердің суда, артық сілтіде және аммиактың судағы ерітіндісінде әртүрлі ерігіштігіне негізделген. Катиондар 6 топқа бөлінеді (табл. 1).

**2 кесте - Қышқылды-негіздік әдіс бойынша катиондарды жіктеу.**

Топ	Катиондар	Топтық реагент	Қосылыстар ерігіштігі
I	$K^+$ , $Na^+$ , $Rb^+$ , $Mg^{2+}$ , $NH_4^+$	Жоқ	Хлоридтері, сульфаттары, гидроксидтері суда ерімтал
II(хлорлы)	$Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg^{2+}$	HCl	Хлоридтер суда ерімейді
III(сульфатты)	$Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$	$H_2SO_4$	Сульфаттар суда ерімейді
IV (амфолитті)	$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Sn(IV)$ , $As(III)$ , $As(V)$ , $Sb(3)$ , $Sb(5)$	NaOH, $H_2O_2$ (арт)	Гидроксидтері амфотерлік, артық мөлшердегі сілтіде ериді.



V гидроксилді	$Mn^{2+}$ , $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Bi^{3+}$	NaOH	Гидроксидтері артық мөлшердегі сілті және аммиакта ерімейді.
VI (аммиакатты)	$Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Hg^{2+}$	$NH_4OH$	Гидроксидтері сілтіде ерімейді, бірақ $NH_4OH$ ериді.

### Зертханалық жұмыс.

#### 1 топ катиондарына сапалық реакциялар

##### $Na^+$ иондарының реакциялары

###### 1. $KH_2SbO_4 \cdot 2H_2O$ әсері.

Зерттелетін ерітіндіге (pH=7) 2-3 тамшы  $KH_2SbO_4 \cdot 2H_2O$  қосамыз. Реакция салқында жүргізіледі. Ақ тұнба түседі.

###### 2. Жалынның боялуы.

$Na^+$  иондары жалынды сары түске бояйды.

##### $K^+$ иондарының реакциялары

###### 1. $Na_3[Co(NO_2)_6]$ әсері.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге абайлап 2-3 тамшы 2н сірке қышқылын әлсіз қышқыл реакцияларына (pH=3) дейін қосамыз. Содан кейін, 1-2 тамшы жаңа дайындалған  $Na_3[Co(NO_2)_6]$  ерітіндісін қосамыз. Сары тұнба түседі.

###### 2. Жалынның боялуы.

$K^+$  иондары жалынды күлгін түске бояйды.

##### $NH_4^+$ иондарының реакциялары

###### 1. Сілтілердің әсері.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге бірнеше тамшы 2н сілті ерітіндісін қосып, су моншасында қыздырамыз. Аммиак бөлінеді.

###### 2. Несслер реактиві ( $K_2[HgI_4]$ пен KOH қоспасы) әсері.

1-2 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы Несслер реактивін қосамыз. Сарғыш-қоңыр несесе сары түске боялған тұнба түзеді.

##### $Mg^{2+}$ иондарының реакциялары

1. Калий гидрофосфатымен реакциясы .

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1 тамшы  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ерітіндісін, 2-3 тамшы  $\text{NH}_4\text{OH}$  ерітіндісін және 2-3 тамшы  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  ерітіндісін қосамыз. Ақ тұнба түседі.

**2 топ катиондарына сапалық реакциялар**

**$\text{Ag}^+$  иондарының реакциялары**

1.  $\text{HCl}$ -мен реакциясы .

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{HCl}$  ерітіндісін қосамыз. Ақ ірімшік тәрізді тұнба түседі.

2.  $\text{KI}$ -мен реакциясы.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{KI}$  ерітіндісін қосамыз. Сары тұнба түседі.

**$\text{Pb}^{2+}$  иондарының реакциялары**

1.  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ -мен реакциясы.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н сірке қышқылын және 2-3 тамшы  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  қосамыз. Сары тұнба түзіледі.

2. Сульфаттармен реакциясы.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н азот қышқылын және 2-3 тамшы 2н күкірт қышқылын қосамыз. Ақ тұнба түзіледі.

3.  $\text{KI}$ -мен реакциясы.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{KI}$  ерітіндісін қосамыз. Сары тұнба түседі. 2-3 тамшы 2н сірке қышқылын қосамыз, 2-3 тамшы су тамызып, қыздырамыз. Салқындатқаннан кейін алтын түсті-сары тұнба түседі.

**3 топ катиондарына сапалық реакциялар**

**$\text{Ca}^{2+}$  иондарының реакциялары**

1.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  әсері.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1 тамшы  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ерітіндісін, 2-3 тамшы  $\text{NH}_4\text{OH}$  ерітіндісін және 2-3 тамшы  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ерітіндісін қосып, қайнағанға дейін қыздырады. Ақ тұнба түзіледі.

2. Оксалаттардың әсері.



2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы 2н сірке қышқылын, 2-3 тамшы натрий немесе аммоний оксалатын қосып, қыздырамыз. Ақ тұнба түзіледі.

### 3. Жалынның боялуы.

$\text{Ca}^{2+}$  иондарының бар болуы жалынды кірпіш-қызыл түске бояйды.

### **Ва<sup>2+</sup> иондарының реакциялары**

#### 1. $\text{K}_2\text{CrO}_4$ әсері.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  ерітіндісін қосамыз. Сары тұнба түзіледі.

#### 2. Сульфаттардың әсері.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н күкірт қышқылын қосамыз. Ақ тұнба түседі.

#### 3. Жалынның боялуы.

$\text{Ba}^{2+}$  иондарының бар болуы жалынды сары-жасыл түске бояйды.

#### 4. Натрий родизонатымен реакциясы.

Сүзгі қағазына зерттелетін ерітіндінің тамшысын, содан кейін 0,1% натрий родизонаты тамшысын тамызамыз. Қоңырлау-қызыл түске боялады. Дақты  $\text{HCl}$  ерітіндісімен сулағанда ал-қызыл болады.

### **4 топ катиондарына сапалық реакциялар**

### **$\text{Cr}^{3+}$ иондарының реакциялары**

#### 1. Сутегінің асқын тотығымен тотығуы.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{NaOH}$  ерітіндісін және 2-3 тамшы 2%  $\text{H}_2\text{O}_2$  ерітіндісін қосамыз. Алынған қоспаны қыздырамыз және хромат-ионының түзілгенін байқаймыз. Салқындатқаннан кейін 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін сары түстен қызғылт-сары түске өткенге дейін тамшылатып қосамыз.

#### 2. Калий перманганатымен тотығуы.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін қосып, қыздыру кезінде  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісін жасыл түстен сары-қызғылт сары түске өткенге дейін тамшылатып қосады.

### **$\text{Zn}^{2+}$ иондарының реакциялары**

#### 1. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы  $K_4[Fe(CN)_6]$  ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

### 2. $NH_4OH$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге  $NH_4OH$  ерітіндісін тұнба түзілгенге дейін тамшылатып қосамыз. Артық мөлшердегі  $NH_4OH$  әсерін тексереміз.

### 3. Кобальт нитратының әсері.

Сүзгі қағаздың жолағын зерттелетін ерітіндімен дымқылдап, яғни кобальт нитраты ерітіндісімен, кептіреді де өртейді. Күлдің түсін анықтайды.

## **$Sn^{2+}$ иондарының реакциялары**

### 1. $NaOH$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге  $NaOH$  ерітіндісін тұнба түзілгенге дейін тамшылатып қосамыз. Артық мөлшердегі  $NaOH$  әсерін тексеру.

### 2. Висмут тұздарының әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 6-8 тамшы  $NaOH$  ерітіндісін және 1-2 тамшы висмут тұзының ерітіндісін қосамыз. Қара тұнба түзіледі.

### 3. Натрий сульфидінің әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы натрий сульфиді ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін және түрін белгілейміз.

## **$Al^{3+}$ иондарының реакциялары**

### 1. $NH_4OH$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге  $NH_4OH$  ерітіндісін тұнба түзілгенше тамшылатып қосамыз. Тұнбаны  $NaOH$  ерітіндісінде ерітеді, бірнеше  $NH_4Cl$  түйіршігін қосып, қыздырады. Мақта тәрізді тұнба түзіледі.

### 2. Кобальт нитратының әсері.

Сүзгі қағаздың жолағын зерттелетін ерітіндімен дымқылдап, кобальт нитратының ерітіндісімен, кептіреді де өрттейді. Күлдің түсін белгілейді.

## **5 топ катиондарына сапалық реакциялар**

## **$Fe^{2+}$ иондарының реакциялары**

### 1. $K_3[Fe(CN)_6]$ әсері.



3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы HCl ерітіндісін, 1-2 тамшы  $K_3[Fe(CN)_6]$  ерітіндісін қосамыз. Турнбул көк тұнба түзіледі.

#### 2. Диметилглиоксим әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге  $NH_4OH$  ерітіндісін сілтілік реакцияға дейін құямыз және 2-3 тамшы диметилглиоксим ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

#### **Fe<sup>3+</sup> иондарының реакциялары**

##### 1. $K_4[Fe(CN)_6]$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы HCl ерітіндісін және 2-3 тамшы  $K_4[Fe(CN)_6]$  ерітіндісін қосамыз. Берлин көк тұнбасы түзіледі.

##### 2. тиоцианаттардың (роданидтер) әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы натрий немесе аммоний тиоцианаты ерітіндісін қосамыз. Қанды-қызыл бояу түзіледі.

#### **Mn<sup>2+</sup> иондарының реакциялары**

##### 1. Натрий сульфидінің әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы  $Na_2S$  ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

#### **Bi<sup>3+</sup> иондарының реакциялары**

##### 1. Гидролиз.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы NaCl ерітіндісін және 5-7 тамшы су қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

##### 2. KI әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы KI ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз. KI артық мөлшерін тұнба ерігенге дейін қосамыз.

##### 3. Тотықсыздану.

3-4 тамшы қалайы тұзы ерітіндісіне NaOH ерітіндісін тұнба ерігенше қосады, содан кейін 2-3 тамшы зерттелетін ерітінді қосады. Қара тұнба түзіледі.

#### **6 топ катиондарына сапалық реакциялар**

#### **Co<sup>2+</sup> иондарының реакциялары**

##### 1. $NH_4OH$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге тамшылатып  $\text{NH}_4\text{OH}$  тұнба түзілгенге дейін қосамыз. Түсін белгілейміз.  $\text{NH}_4\text{OH}$  артық мөлшерін тұнба ерігенге дейін қосамыз.

## 2. Тиоцианаттардың әсері (роданидтер).

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы амил спирті және 3-4 тамшы натрий немесе аммоний роданидін қосамыз. Сілкілейміз және спирт қабатының боялғанын байқаймыз.

## **$\text{Ni}^{2+}$ иондарының реакциялары**

### 1. $\text{NH}_4\text{OH}$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге  $\text{NH}_4\text{OH}$  ерітіндісін тұнба түзілгенге дейін қосамыз. Түсін белгілейміз.  $\text{NH}_4\text{OH}$  артық мөлшерін тұнба ерігенге дейін қосамыз.

### 2. Диметилглиоксим әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1 тамшы диметилглиоксим ерітіндісін қосамыз. Түсін белгілейміз.

### 3. $\text{Na}_2\text{S}$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{Na}_2\text{S}$  ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

## **$\text{Cu}^{2+}$ иондарының реакциялары**

### 1. $\text{NH}_4\text{OH}$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге аммиак ерітіндісін тұнба түзілгенге дейін қосады. Тұнбаның түсін белгілейміз. Аммиактың артық мөлшерін тұнба ерігенге дейін қосады.

### 2. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 1-2 тамшы  $\text{H}_2\text{SO}_4$  және 2-3  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  түйіршігін қосамыз. Қара тұнба түзілгенше қыздырамыз.

### 3. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ әсері.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ерітіндісін қосамыз. Тұнбаның түсін белгілейміз.

## **1 топ аниондарына сапалық реакциялар**



## **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> иондарына реакциялар**

### 1. Барий тұздарымен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы барий тұзы ерітіндісін қосамыз. Ақ тұнба түзіледі.

### 2. Қорғасын тұздарымен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы қорғасын тұзы ерітіндісін қосамыз. Ақ тұнба түзіледі. HCl, HNO<sub>3</sub>, NaOH тұнбалық катынас әсерін сынайды.

## **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> иондарының реакциялары**

### 1. Қышқылдармен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісін қосып, қыздырады. Бөлінген газды байқаймыз.

### 2. Магний тұздарымен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге көлемі тең магний тұзы қосылады. Ақ тұнба түзіледі.

## **PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> иондарының реакциялары**

### 1. Аммоний молибдатымен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы концентрленген HNO<sub>3</sub>, 2-3 тамшы NH<sub>4</sub>Cl және 5-6 тамшы аммоний молибдаты ерітіндісін қосады. Сары тұнба түзіледі.

## **S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> иондарының реакциялары**

### 1. Қышқылдармен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н HCl ерітіндісін қосады. Ерітінді бұлынғырланады, газдың бөлінгені байқалады.

## **C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup> иондарының реакциялары**

### 1. KMnO<sub>4</sub>-мен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> және тамшылатып KMnO<sub>4</sub> ерітіндісін қосамыз. Перманганаттың түсі жойылады.

## **2 топ аниондарына сапалық реакциялар**

## **Cl<sup>-</sup> иондарына реакциялар**

### 1. AgNO<sub>3</sub> - мен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2н  $\text{HNO}_3$  тамшысын және 2-3 тамшы  $\text{AgNO}_3$  ерітіндісін қосамыз. Ақ ірімшік тәрізді тұнба түзіледі.

### **$\text{Br}^-$ иондарының реакциялары**

#### 1. $\text{AgNO}_3$ -мен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2н  $\text{HNO}_3$  ерітіндісінің тамшысын және 2-3 тамшы  $\text{AgNO}_3$  ерітіндісін қосады. Ашық-сары тұнба түзіледі.

#### 2. Тотығу.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін, 2-3 тамшы  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің тамшысын және 2-3 тамшы бензол қосады. Қоспаны шайқайды және бензол қабатының боялғанын байқайды.  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің артық мөлшерін қосқанда бояу жойылады.

### **$\text{I}^-$ иондарының реакциялары**

#### 1. Тотығу.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін, 2-3 тамшы  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісін және 2-3 тамшы бензол қосады. Қоспаны шайқайды және бензол қабатының боялуын байқайды. Артық мөлшердегі  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісін қосқанда бояу жоғалмайды.

#### 2. Қорғасын тұздарымен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы қорғасын тұзы ерітіндісін қосады. Сары тұнба түзіледі. Қоспаға 2-3 тамшы 2н сірке қышқылын, 3-4 тамшы су қосып, қыздырады. Салқындағаннан кейін алтын-сары тұнба түзіледі.

### **$\text{S}^{2-}$ иондарының реакциялары**

#### 1. Қышқылдармен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін қосады. Өзіне тән иісі бар газ бөлінеді.

#### 2. Натрий нитропруссидімен.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы натрий нитропруссидін және 2-3 тамшы 2н  $\text{NaOH}$  ерітіндісін қосады. Ерітіндінің бояуын белгілейді.

### **$\text{SCN}^-$ иондарының реакциялары**

#### 1. Темір (3) тұздарымен.



2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы темір (3) тұзы ерітіндісін қосамыз. Ерітіндінің түсін белгілейміз.

2. Кобальт тұздарымен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы кобальт тұзы ерітіндісін қосады. Ерітіндінің түсін белгілейміз.

**3 топ аниондарына сапалық реакциялар**

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup> иондарының реакциялары**

1. Дифениламинмен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы дифениламин ерітіндісін қосады. Ерітіндінің түсін белгілейді.

2. Тотықсыздану.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге мырыш металын, 5-6 тамшы 2н NaOH ерітіндісін қосып, қайнатады. Аммиак бөлінеді.

**CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> иондарының реакциялары**

1. Қышқылдармен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісін қосып, қыздырады. Сірке қышқылының өзіне тән иісі пайда болады.

2. Темір (3) тұздарымен.

2-3 тамшы зерттелетін ерітіндіге 3-4 тамшы темір (3) тұзының ерітіндісін, 1-2 тамшы су қосып қайнатады. Тұнбаның түсін белгілейді.

3. Эфирлердің түзілуі.

3-4 тамшы зерттелетін ерітіндіге 2-3 тамшы концентрленген H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> және 2-3 тамшы изоамил спиртіні қосады. Қоспаны су моншасында қыздырады. Сіркеамил эфирінің өзіне тән иісі пайда болады (алмұрт эссенциясы).

**6. Сандық анализ**

Зерттелетін заттың құрамына кіретін химиялық қосылыстардың, элементтердің, иондардың сандық мөлшері сандық анализ бойынша анықталады. Сандық анализдің нәтижесі әдетте пайызбен көрсетіледі. Сандық әдісті дұрыс анықтау үшін, зерттелетін заттың дәл сапалық құрамын және шамамен компоненттер құрамын білу керек.

Сандық анализ әдістері физикалық, химиялық және физикалы-химиялық болып жіктеледі.

Химиялық әдістерге гравиметриялық, титриметриялық және газдық әдістер жатады.

Белгісіз элементтің мөлшері түзілген өнімнің массасы бойынша анықталатын әдіс **гравиметриялық** деп аталады.

Реакцияға қажетті концентрациясы белгілі реагенттің нақты көлемін (немесе массасын) өлшеуге негізделген әдіс **титриметриялық** болып есептеледі.

**Газдық** анализ бойынша зерттелетін газ қоспасының құрамындағы жекеленген компоненттердің көлемі, оларды белгілі бір реагентпен сіңіру арқылы анықталады.

Физикалы-химиялық әдістерге колориметриялық, нефелометриялық және электрлі-химиялық әдістерді жатқызуға болады.

Ерітіндінің бояуының қанығуы дәрежесіне негізделген әдіс **колориметриялық** деп аталады.

Сонымен қатар, нашар еритін қосылыстар түзетін реакциялар да жиі қолданылады. Анықталатын элементтің мөлшері реагенттің әсерінен ерітіндінің бұлыңғырлану деңгейімен анықталатын қағидаға негізделген әдіс **нефелометриялық** деп аталады. Электрлі химиялық анализ әдістерінде титриметриялық зерттеулердің қағидалары сақталады, бірақ реакцияның соңы электрөткізгішті өлшеу (кондуктометриялық әдіс), потенциалды өлшеу (потенциометриялық әдіс) арқылы немесе басқаша анықталады. Мұнда белгісіз элементтің мөлшері вольт-ампер қисығы (поляграмма) бойынша анықталатын полярографиялық әдісті жатқызуға болады.

Жоғарыда айтылған химиялық және физикалы-химиялық әдістерден басқа физикалық әдістер де қолданылады, мысалы, сандық спектр анализі және басқалары.

Сандық анализде макро-, микро- және жартылай микро әдістер пайдаланылады.



Макроанализде зерттелетін қатты заттың мөлшері 1г-нан немесе ерітіндінің үлкен көлемі 10 мл-дан алынады. Бұл әдісте қолданылатын ең қажетті және ең дәл өлшегіш аспап-аналитикалық таразы.

Микроанализ: масса 1-0,01г және көлем 1-10мл.

Жартылай микроанализ: масса 0,01-0,001г және көлем 0,01-1мл.

Бұл анализдерге ең дәл аспапты қолданады. Микро- және жартылай микро әдістерінің негізгі ерекшеліктері анализдердің үлкен жылдамдықпен орындалулары және зерттелетін заттардың аз мөлшерімен жүргізу мүмкіндігі болып табылады.

## 7. Титриметриялық анализ

Көлемдік анализ химиялық реакцияға кіріскен заттардың көлемдерін тікелей өлшеуге негізделген. Көлемдік анализді басқаша титриметриялық анализ дейді.

Титриметриялық анализде тирленген ерітінділер қолданылады. Концентрациясы өте дәл анықталатын ерітінділерді титрленген (қалыпты) ерітінділер, жұмыс ерітіндісі немесе титранттар деп аталады. Ерітіндінің бір куб сантиметріндегі (бір миллилитріндегі) еріген зат массасын титр дейді. Титрдің өлшемі  $г/см^3$  (г/л). Мысалы: калий гидроксиді ерітіндісінің титрі 0,021 болса, ол бұл ерітіндінің әр миллилитрінде 0,021г КОН бар екенін көрсетеді.

Титрант ерітіндісін анықталатын зат ерітіндісіне біртіндеп қосу процесін титрлеу дейді.

Титрлеу кезінде әрекеттесетін реактивтердің артық мөлшерлері емес, бір-біріне эквивалент мөлшерін анықтайды. Осы кезде әрекеттесу процесі химиялық реакция теңдеуіне сәйкес болады. Сонымен, титрлеу арқылы химиялық реакцияның аяқталған кезені, басқаша айтқанда, эквивалент нүктесін анықтайды. Эквивалент нүктені, әдетте, индикаторлар түсінің өзгеруі, немесе электр өткізгіштік өлшеу және басқа да әдістер көмегімен анықталады. Эквивалент нүктесін тапқан соң титрлеуді тоқтатады. Реакцияға кеткен титранттың көлемі мен концентрациясы бойынша анықталатын заттың мөлшерін есептейді.

Титрленген ерітінділер әр түрлі тәсілдермен даярлануы мүмкін. Осыған орай титрленген ерітінділерді стандартты (даярланған) және стандартталған (анықталған) деп екіге бөледі.

**Стандартты ерітінділер.** Оларға көтеген тұздар (натрий тетрабораты, натрий оксалаты, натрий хлориді, калий дихроматы), қымыздық қышқылы т.б. жатады. Оны даярлау үшін дәл өлшеніп алынған затты өлшеуіш колбаға салып ерітіп, суды белгіге жеткізеді. Еріген зат массасы (m,г) және өлшеуіш колбаға көлемі (V) бойынша ерітінді титрін T есептейді:

$$T = m/V$$

Титрі бойынша ерітінді нормальдылығын табу үшін титрді 1000-ға көбейтіп, эквивалентке (Э) бөледі:

$$N = \frac{T \cdot 1000}{\text{Э}}$$

Мысалы: 0,5312 г натрий карбонатын  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  100мл-ге арналған өлшеуіш колбада ерітсек, түзілген ерітінді титрі:

$$T = \frac{0,5312}{100} = 0,005312 \text{ г/мл, ал нормальдылығы}$$

$$N = \frac{0,005312 \cdot 100}{53,0} = 0,01002 \text{ болады.}$$

Заттың дәл өлшенген мөлшерінен ерітілген титрленген ерітіндіні **стандартты** (даярлаған) дейді.

Стандартты ерітінді даярлау үшін алынатын заттар химиялық таза, сақтағанда, қатты және сұйық күйде тұрақты, құрамы химиялық формулаларына сәйкес болуы тиіс. Осы талапқа сай қосылыстарды басқа ерітінділердің титрін анықтауға арналған стандартты бастапқы заттар немесе нормальдар деп атайды.

**Мысалы:** тұз қышқылының титрін анықтау үшін натрий тетрабораты  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  қолданылса, калий перманганаты ерітіндісінің титрін қымыздық қышқылының

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  стандарт ерітіндісі арқылы табады.



**Стандартталған ерітінділер.** Көлемдік анализде, көбінесе, қышқылдар мен сілтілер, калий перманганаты, натрий тиосульфаты сияқты стандарт ерітінділерге қойылатын талапты қанағаттандырмайтын реактив ерітінділері титрант ретінде қолданылады. Олардың дәл концентрациялы ерітінділерін өлшенген мөлшерінен даярлауға болмайды. Өйткені, сақталғанда, ауада ол қосылыстар концентрациясы өзгеріп кетеді. Сондықтан бұл титрант ерітінділерді жуықтап алынған мөлшерінен даярлайды да, олардың дәл концентрациясын басқа стандартты ерітінді бойынша есептеп табады.

Мәселен, тұз қышқылы ерітіндісінің дәл концентрациясы натрий тетрабораты стандартты ерітіндісі бойынша анықталады.

Сонымен, дәл концентрациясы нақты өлшенген мөлшерінен емес, басқа стандартты ерітінді бойынша анықталатын титрант ерітіндісін стандартталған дейді.

Химиялық анализде ерітінділерді **фиксаналдардан** немесе стандарт-титрден даярлайды. Фиксанал-1л 0,1н не 0,01н ерітінді даярлауға арналған шыны ампула. Фиксаналдан ерітінді даярлау оңай. Шыны ампуланы арнаулы тескішпен тесіп, дистилденген сумен шайқап 1л өлшеуіш колбаға салып ерітеді де, дистилденген мұды белгіге дейін құяды.

### 7.1. Титриметриялық анализдегі есептеулер

Стандартталған ерітінділердің концентрациясы басқа стандартты ерітіндімен титрлеу арқылы анықталады. Стандартты ерітіндінің нормальдығы мен көлемі және стандартталған ерітінді көлемі бойынша нормальды ерітінділер қасиеттерін пайдаланып анықталады.

1. Нормальдығы өзара тең ерітінділердің әрекеттесетін көлемдері де бірдей болады:

$$N_1 = N_2 \text{ онда } V_1 = V_2$$

2. Ерітінділер нормальдығы әр түрлі болса, әрекеттесуші заттар көлемдері мен нормальдықтары қатынасы кері пропорционал болады:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ бұдан } N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

Осы формуланы пайдаланып титрант ерітіндісі бойынша басқа ерітіндінің белгісіз концентрациясын анықтайды.

**Мысалы:** 10мл КОН ерітіндісін бейтараптау үшін 20мл 0,1н НСІ ерітіндісі жұмсалды. Калий гидроксиді КОН ерітіндісінің нормальдығы

$$N_{\text{КОН}} = \frac{N_{\text{НСІ}} \cdot V_{\text{НСІ}}}{V_{\text{КОН}}} = \frac{20 \cdot 0,1}{10} = 0,2\text{н} \text{ болады.}$$

Титриметрияда **тура, кері және жанама** (немесе орын басатын) титрлеу деп бөлінеді. Тура титрлеу кезінде анықтайтын компоненттің ерітіндісін тікелей стандартты ерітіндімен титрлейді. Егер тура реакция қандай болса да бір себептен мүмкіндігі болмаса немесе қиындық келтірсе, онда кері немесе жанама жолмен титрлейді. Тура титрлеу үшін сәйкес индикатор іріктеп алуға болмаған жағдайда кері әдіспен титрлейді. Титрлеу барысында екі титрант қолданады. Мұндай жағдайда зерттелетін ерітіндіге бұрыннан белгілі концентрациясы айқын, зерттелетін заттың эквиваленттік мөлшерімен әрекеттесетін үшінші зат ерітіндісінің артық мөлшерін қосады. Үшінші заттың артық мөлшерін стандарт титранттың ерітіндісімен титрлейді.

## 7.2. Титриметриялық анализ әдістерінің жіктелуі

Титриметриялық анализ кезінде химиялық реакция типіне қарай үш топқа бөлінеді:

- 1) иондар қосылу реакциясына негізделген әдістер;
- 2) Тотығу-тотықсыздану реакциясына негізделген әдістер;
- 3) Комплекс түзу реакциясына негізделген әдістер.

Бірінші топқа қышқыл-негіз және тұндыру арқылы титрлеу әдістері, екінші топқа тотығу-тотықсыздану титрлеуі, үшінші топқа комплексометрия титрлеуі жатады.

**1. Қышқыл-негіз титрлеу әдісі** (бейтараптау) қышқыл мен негіз әрекеттесуіне, яғни бейтараптау реакциясына негізделген:



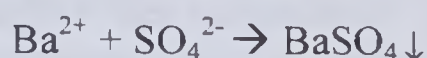
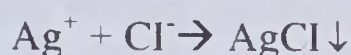


Бұл әдіс арқылы ерітіндідегі қышқыл мен негіз мөлшерін ғана емес, суда ерігенде гидролизге ұшырайтын тұздар мөлшерін де анықтауға болады.

Егер анықтау кезінде титрант ретінде қышқыл ерітінділері пайдаланылып, негіздердің не тұздардың мөлшері анықталатын болса ацидиметрия деп аталады. Ал егер анализ кезінде қышқыл не тұз мөлшері анықталып, титрант ретінде сілті қолданылса, алкалиметрия деп аталады.

Қышқыл-негіз титрлеуі кезінде эквивалент нүктесі индикаторлар (лакмус, метил күлгін, метил қызыл, фенолфталеин) көмегімен табылады.

**2. Аз еритін қосылыстардың тұндыру реакцияларына негізделген тұндыру әдісі.**

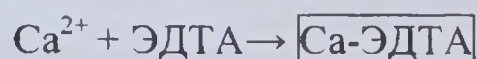


Тұнбаға түскен қосылыс ерітінді ортасын өзгертеді. Соған орай бұл жағдайда әр түрлі индикаторлар қолдануға болады.

Титрант атына сәйкес тұндыру әдістерін де аргентометрия (титрант күміс нитраты

$\text{AgNO}_3$ ), тиоцианометрия (титрант аммоний тиоцианаты  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) деп атайды.

**3. Комплексометриялық титрлеу әдістері анализ кезінде иондарға аз ыдырайтын комплексті қосылыстар түзілуге негізделген.**



Бұл әдіспен түрлі катиондарды ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) және аниондарды ( $\text{CN}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) анықтауға болады. Кейінгі уақытта катиондардың органикалық реактивтермен – комплексондармен комплексті қосылыс түзуіне негізделген анализ әдістері қолданылуда.

**4. Тотығу-тотықсыздану титрлеу (оксидиметрия) титрант пен анықталатын зат арасында жүретін тотығу-тотықсыздану реакциясына негізделген.** Бұл әдістерді титрант ретінде қолданылатын реактивтердің атымен атайды:

**Перманганатометрия.** Титрант ретінде өте күшті тотықтырғыш калий перманганаты  $KMnO_4$  ерітіндісі қолданылады.

**Иодометрия.** Иодтың  $I_2$  оңай иодидке  $I^-$  және иодидтің  $I^-$  оңай иодқа  $I_2$  айналу реакциясына негізделген.

**Дихроматометрия.** Мұнда титрант ретінде күшті тотықтырғыш калий дихроматы  $K_2Cr_2O_7$  ерітіндісі пайдаланылады.

Сонымен қатар, басқа да тотығу-тотықсыздану титрлеу әдістері бар. Мысалы: бромометрия (тотықтырғыш  $Br_2$ ), броматометрия (калий броматы  $KBrO_3$ ), ванадатометрия (аммоний ванадаты  $NH_4VO_3$ ), титанометрия (титан (III) тұздары).

Титриметриялық анализ қай әдіспен жүргізілсе де 1) титрленген ерітінді 2) дәл келетін индикатор; 3) әрекеттесуші заттар көлемін дәл өлшеу қажет.

### 7.3 Реакцияға қойылатын талаптар.

Анықталатын зат пен титрант құрамындағы зат арасындағы химиялық реакция **титриметриялық** деп аталады. Бұл реакциялар кейбір шарттарды қанағаттандыру қажет.

1. Ол тез өтуі қажет - титранттың қосылған көлеміндегі реагент бірнеше секундта жоғалады.

2. Титриметриялық реакция іс жүзінде қайтымсыз болу керек, қосымша реакциялар жүрмеуі қажет.

3. Ерітіндідегі қосымша заттар негізгі реакцияға кедергі жасамау керек.

4. Титриметриялық реакция кезінде көзбен не құралмен бақыланатын өзгерістер болуы қажет. Бұл эквиваленттік нүктенің басталу мезетін белгілеуге мүмкіндік береді.

#### Қышқылдық-негіздік титрлеудің мәні

Титрлеу әдісі клиникалық зертханаларда несеп құрамына кіретін аммиак және қышқылдарды, қанды, асқазан шырынының қышқылдылығын, биологиялық сұйықтардың құрамын, сандық анықтау үшін кеңінен қолданылады. Тазалық-гигиеналық зертханаларда бейтараптану әдісін



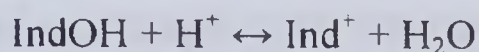
пайдаланып әртүрлі тағамдардың (нан, ұн, ет) қышқылдылығын анықтайды ішуге жарайтын не қалдық сулардың анализін жүргізеді.

Қышқылдық-негіздік титрлеу әдіспен күшті қышқылдар, күшті негіздер мөлшерлермен қатар, суда гидролизденетін тұздар мөлшерін де анықтауға болады.

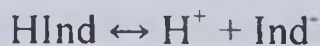
Қышқыл мен негіз арасындағы реакция кезінде ешбір сырттай байқалатын белгі болмайды. Сондықтан мұндай реакцияның эквивалент нүктесін анықтау үшін арнайы индикаторлар қолданылады.

Әдетте, қышқыл мен негіз титрлеуінде метил күлгін, метил қызыл, лакмус және фенолфталеин сияқты индикаторлар кең қолданылады. Бұл индикаторлар қасиетін зерттеп, индикаторлар теориясын алғаш В. Оствальд. (1894) ұсынды. Бұл теория бойынша индикаторлар – диссоциацияланған күйі мен диссоциацияланбаған күйінің түсі әр түрлі болатын әлсіз органикалық қышқылдар (немесе әлсіз негіздер). Соған орай оларды қышқыл- негіз индикаторы дейді.

Протон қосып алатын қасиеті бар индикаторларды негіздік индикатор дейді де, оларды IndOH деп белгілейді. Мұнда Ind<sup>+</sup>- индикатор катионы. Мұндай индикаторлар былайша диссоциацияланады:



Протон беретін қасиеті бар индикаторларды қышқылдық индикатор дейді де, HInd деп белгілейді. Мұндай индикатор мына схемамен диссоциацияланады:



Кейбір индикаторлардың диссоциацияланбаған молекуласының және иондарының түстері таблицада келтірілген.

### 3 кесте - Кейбір индикаторлардың түрлері.

индикатор	Диссоциацияланбаған молекула түсі	аниондар	pH аралығы	Титрлеу көрсеткіші pT

Метил күлгін	Қызыл	Сары	3,1-4,4	4,0
Метил қызыл	Қызыл	Сары	4,4-6,2	5,5
Лакмус	Қызыл	Көк	5,0-8,0	7,0
Фенолфталеин	түссіз	Ашық қызыл (малина)	8,0-10,0	9,0

Әр индикатор үшін оның түсі айқын өзгертін рН мәнін табуға болады, ол **титрлеу көрсеткіші рТ** деп аталады.

Құрамында фенолфталеин бар ерітіндіге сілті қоса бастағанда  $\text{OH}^-$  иондарын байланыстыратын аз диссоциацияланатын су түзеді. Соның нәтижесінде индикатордың диссоциациясының тепе-теңдігі оңға ығысады да  $\text{Ind}^-$  ионы ерітіндіге ашық қызыл (малина) түс береді. Егер, керісінше фенолфталеин бар ерітіндіге қышқыл қосатын болсақ,  $\text{H}^+$  ионы көбеюіне орай тепе-теңдік солға ығысып индикатордың диссоциациясы тежеледі. Ерітінді түссізденеді. Басқа қышқыл-негіз индикаторларының түстерінің өзгеруін осы тепе-теңдіктің ығысуы арқылы түсіндіріледі.

### Тесттік тапсырмалар

1. Титриметриялық анализде концентрациясын анықтауға керекті ерітінді қалай аталады?

- A. Жұмыс
- B. Зерттелетін
- C. калыптастыратын
- D. Стандартты
- E. титрленген

2. Титриметриялық анализде анализденетін ерітіндінің концентрациясын қандай ерітіндінің көмегімен анықтайды

- A. Жұмыс
- B. Зерттелетін
- C. калыптастыратын



D. Титрленген

3. Титриметриялық анализде жұмыс ерітіндінің концентрациясын қандай ерітіндінің көмегімен анықтайды

A. Жұмыс

B. Зерттелетін

C. қалыптастыратын

D. Стандартты

E. Титрленген

4. Бюреткадағы жұмыс ерітіндісіне зерттелетін аликвотаны қосу қандай титрлеу тәсіліне жатады

A. кері титрлеу

B. жанама титрлеу

C. кондуктометриялық титрлеу

D. потенциометриялық титрлеу

5. Зерттелетін ерітінді аликвотасына бірінші жұмыс ерітінді мол аликвотасын қосып, содан кейін екінші жұмыс ерітіндісімен титрлеу әдісі қалай аталады?

A. Тура титрлеу

B. Кері титрлеу

C. Жанама титрлеу

D. Кондуктометрлік титрлеу

E. Потенциометриялық титрлеу

6. Зерттелетін ерітінді аликвотасына мол жұмыс зат ерітіндісін қосып, содан кейін түзілген өнім реакциясын жұмыс ерітіндісімен титрлеу әдісі қалай аталады?

A. Тура титрлеу

B. Кері титрлеу

C. Кондуктометриялық титрлеу

D. Потенциометриялық титрлеу

7. Титриметриялық анализде бейтараптану реакциясын пайдаланатын әдіс қалай аталады

- A. бейтараптану әдісі
- B. оксидиметрия
- C. тұндыру әдісі
- D. комплексонометрия
- E. фотометрия

8. Титриметриялық анализде тотығу-тотықсыздану реакциясын пайдаланатын әдіс қалай аталады

- A. Бейтараптану әдісі
- B. Оксидиметрия
- C. Тұндыру әдісі
- D. Комплексонометрия
- E. фотометрия

9. Титриметриялық анализде тұнба түзу реакциясын пайдаланатын әдіс қалай аталады

- A. Бейтараптану әдісі
- B. Оксидиметрия
- C. Тұндыру әдісі
- D. Комплексонометрия
- E. фотометрия

10. Титриметриялық анализде комплекс қосылыс түзу реакциясын пайдаланатын әдіс қалай аталады

- A. Бейтараптану әдісі
- B. Оксидиметрия
- C. Тұндыру әдісі
- D. Комплексонометрия
- E. фотометрия

11. Бейтараптану әдісінде пайдаланатын реакция

- A. Бейтараптану



B. Тотығу-тотықсыздану

C. Алмасу

D. Комплекс түзуші

E. орынбасу

12. Оксидиметрия әдісінде пайдаланатын реакция

A. Бейтараптану

B. Тотығу-тотықсыздану

C. Алмасу

D. Комплекс түзуші

E. Орынбасу

13. Тұндыру әдісінде пайдаланатын реакция

A. Бейтараптану

B. Тотығу-тотықсыздану

C. Алмасу

D. Комплекс түзуші

E. Орынбасу

14. Комплексометрия әдісінде пайдаланатын реакция

A. Бейтараптану

B. Тотығу-тотықсыздану

C. Алмасу

D. Комплекс түзуші

E. Орынбасу

15. Зерттелетін және жұмыс ерітіндісінде эквиваленттер саны бірдей

титрленетін ерітіндінің күйі қалай аталады

A. старттың нүктесі

B. титрлеудің соңғы нүктесі

C. эквивалент нүктесі

D. Титрлеудің бастапқы нүктесі

E. Көру нүктесі

## 8. Бейтараптану әдісі

Қышқылды-негіздік титрлеу әдісінде бейтараптану реакциясына негізделген барлық үрдістер жатады:



Бұл әдіс арқылы ерітіндідегі қышқыл мен негіз мөлшерін ғана емес, суда ерігенде гидролизге ұшырайтын тұздар мөлшерін де анықтауға болады. Қышқылды-негіздік титрлеудің екі түрі болады: ацидиметрия және алкалиметрия.

**Ацидиметрия** - титрлеу кезінде титрант ретінде қышқыл ерітінділері пайдаланылып, негіздердің не тұздардың мөлшері анықтайды.

**Алкалиметрия** - титрлеу кезінде титрант ретінде сілті ерітінділері пайдаланылып, қышқылдардың не тұздардың мөлшері анықтайды.

Қышқылды-негіздік титрлеу әдісін қолданып, тұздардың, мысалы,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , судың кермектілігін, аммоний тұздарын, органикалық қосылыстардағы азотты және т.б. анықтауға болады.

Негізгі жұмысшы ерітінділерге қышқылдардың ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) және сілтілердің ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ) ерітінділері жатады. Бірақ бұл қосылыстар стандартты заттарға қойылатын талаптарға сай келмейтіндіктен, олардың ерітінділерінің концентрациялары титрлеу әдісі немесе салмақтық жолмен анықталады.

Қышқылдардың титрін анықтау үшін стандартты ерітінді ретінде натрий тетрабораты  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  немесе сусыз  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  қолданылады. Бұл заттарды іс жүзінде қоспасыз, химиялық формуласына дәл келетін түрде алуға болады. Сілтілердің титрін анықтау үшін қымыздық ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) немесе янтарь ( $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ ) қышқылдарын қолдануға болады. Екі зат қайтадан кристалдану әдісін пайдаланып, тазартылғанда, өздерінің формулаларына дәл келетін, таза түрде алынады. Янтарь қышқылының құрамында су болмайтындықтан, оны пайдаланған өте қолайлы.

Кез келген сулы ерітіндіде оның реакциясына қарамастан судың диссоциациялануына байланысты  $\text{H}^+$  және  $\text{OH}^-$  иондары болатындығы белгілі.



Кез келген сулы ерітіндіде (25°C температурада) судың иондық тендеуі тең болады:

$$H^+ \cdot [OH^-] = K_{H_2O} = 10^{-14}$$

Температура жоғарлаған сайын  $K_{H_2O}$  артады.

Электролиттік диссоциация теориясы бойынша ерітінділердің қышқылдық қасиеттері  $H^+$ , ал негіздік қасиеттері  $OH^-$  иондарына байланысты болып келеді. Суда және барлық бейтарап ерітінділерде  $H^+$  және  $OH^-$  иондарының концентрациялары тең болуы керек. Яғни

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_{H_2O}} = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Қышқылдық ерітінділерде

$$[H^+] > [OH^-], \text{ яғни } [H^+] > 10^{-7} \text{ және } [OH^-] < 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Сілтілік ерітінділерде

$$[H^+] < [OH^-], \text{ яғни } [H^+] < 10^{-7} \text{ және } [OH^-] > 10^{-7} \text{ моль/л}$$

Ортаның реакциясын сипаттау үшін  $H^+$  және  $OH^-$  - иондары шамаларының орнына олардың концентрацияларының теріс ондық логарифмін пайдалануға болады. Олар сутектік (рН) және гидроксильдік (рОН) көрсеткіштер деп аталады.

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

$$pOH = -\lg [OH^-]$$

бұл көрсеткіштердің қосындысы тең болады

$$pH + pOH = 14$$

осыдан  $pH = 14 - pOH$  немесе  $pOH = 14 - pH$ .

$H^+$  және  $OH^-$  иондарының концентрациялары мен ерітінділердің рН-ы рОН-ы арасындағы байланыс былай көрсетіледі

Бейтарап ортада  $pH = 7, pOH = 7$ ;

Қышқылдық ортада  $pH < 7, pOH > 7$ ;

Сілтілік ортада  $pH > 7, pOH < 7$ ;

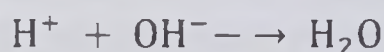
Егер кез келген қышқылдың ертіндісі сілтімен титрленетін болса, сілтінің  $OH^-$  иондары қышқылдың  $H^+$  иондарын байланыстырып, олардың концентрациясын

біртіндеп төмендетеді, ал ертiдiнiң рН –ын жоғарылатады. Белгiлi бiр рН мәнiнде эквиваленттiк нүкте орнап, сiлiтiнi қосу тоқтатылады.

Егер кез келген сiлтiнiң ертiндiсi қышқылмен титрленетiн болса, сiлтiнiң ОН- иондары қышқылдың Н<sup>+</sup> иондарымен байланысып, олардың мөлшерiн жоғарылатады, ал ертiдiнiң рН-ын төмендетедi. Белгiлi бiр рН мәнiнде эквиваленттiк нүкте орнап, қышқылды қосу тоқтатылады.

Эквиваленттiк нүктедегi рН мәнi әрекеттесушi заттардың (қышқыл мен негiздiң) табиғатына және олардың концентрациясына тәуелдi болады.

Мысалы, күштi қышқылды күштi негiзбен титрлеу мына теңдеу бойынша жүредi:



Бұл жағдайда эквиваленттiк нүктеде күштi негiздiң мөлшерi күштi қышқылдың мөлшерiне эквиваленттi, яғни бұл кезде ертiндiде қышқылдың немесе сiлтiнiң артық мөлшерiнсiз тек қана орта тұз болады. Ол гидролизденбейдi, сол себептi эквиваленттiк нүктеде рН=7. Егер күштi қышқылдың орнына әлсiз қышқыл алатын болсақ, мынадай реакция жүредi:



Эквиваленттiк нүктеде гидролизденетiн тұз түзiледi. Оның гидролизi мына теңдеу бойынша жүредi:



ОН<sup>-</sup> -иондарының артық мөлшерi сiлтiлiк ортаны туындатады, сол себептi титрлеу процесi рН > 7 болғанда аяқталады, яғни эквиваленттiк нүкте рН > 7 ортада орнайды.

Әлсiз негiздiң күштi қышқылмен титрлену теңдеуi мынадай болады:



Түзiлген тұздың гидролизi былай жүредi:



Н<sup>+</sup> - иондарының артық мөлшерi қышқылдық ортаны көрсетедi, сол себептi титрлеудi рН > 7 болғанда аяқтау керек, яғни эквиваленттiк нүкте рН < 7 ортада орнайды.



Осыдан мынадай қорытынды жасауға болады: нейтралдану әдісінде титрлеу соңы әртүрлі рН шамасында орнауы мүмкін, ол өзара әрекеттесетін қышқыл мен негіздің табиғатына байланысты болады.

### 8.1. Нейтралдану әдісінің индикаторлары. Олардың құрамы, қасиеттері, көрсеткіштері

Қышқылды – негіздік титрлеу әдісінде эквиваленттік нүктені анықтау үшін рН-тың өзгеруіне қарай түсін өзгертетін заттар қолданылады. Олардың қышқылды – негіздік индикаторлар деп атайды. Әрбір индикатордың түсі рН мәндерінің белгілі бір шегінде өзгереді және ол индикатордың қасиеттеріне тәуелді, ал әрекеттесуші екі заттың табиғатына байланысты болмайды.

Титрлеу үшін пайдаланылатын индикаторды дұрыс таңдай білу маңызды болып есептеледі. Қажетті индикаторды 1894 ж. Оствальд ұсынған индикаторлар теориясына сүйеніп, анықтауға болады.

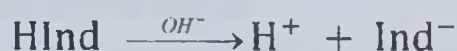
Бұл теория бойынша, қышқылды – негіздік индикаторлар диссоциацияланған және диссоциацияланбаған бөліктері әр түрлі түстерге боялатын әлсіз органикалық қышқылдарға немесе негіздерге жатады. Кез – келген қышқылдык индикаторды  $HInd$ , ал оның анионын  $Ind^-$  деп белгілеуге болады. Диссоциациясы былай жүреді:



Егер осындай ерітіндіге қышқыл құйылатын болса, тепе-тендік солға қарай ығысып, ерітінді диссоциацияланбаған молекуланың түсіне боялады.



Егер қарама – қарсы сілті құйылса, тепе-тендік оң жаққа қарай ығысады, яғни ерітінді  $Ind^-$  - иондарының түсіне боялады:



Егер индикатордың екі түрі де ( $HInd$  және  $Ind$ ) боялған болса, ол екі түсте деп аталады. Мысалы: метилоранж, лакмус және басқалары.

Сол сияқты бір түрі боялған, ал екіншісі түссіз болып келетін бір түсті индикаторлар да кездеседі. Мысалы: фенолфталеин және т.б.

Негіздік индикаторлардың бояуының өзгерісі де тура осылай түсіндіріледі



Сілті қосқанда ертіндінің түсі IndOH бойынша анықталады:



Қышқыл қосқанда ертіндінің түсі IndOH бойынша анықталады:



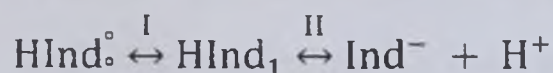
Индикаторлардың иондық теориясы индикаторлар түсінің өзгерісін түсіндіргенімен, олардың барлық қасиеттерін түсіндіре алмайды. Мысалы, органикалық қосылыстардың түсі молекуланың құрылысына байланысты болады және ертіндінің түсі молекулаішілік қайтадан топтасудың нәтижесінде өзгеруі мүмкін. Сол себепті индикаторлардың хромофорлық теориясы пайда болды. Органикалық қосылыстардың түсі хромофорлар деп аталатын ерекше атомдық топтардың (қос байланысы бар) болуымен түсіндірілуіне сәйкес теория осылай аталған. Мысалы:

= N – OH тобына айналуға қабілетті нитротоп ( $\text{NO}_2$ )

= N – NH тобына айналуға қабілетті ( $-\text{N} = \text{N} -$ ) азотоп және басқалары.

Хромофорлық теорияға сәйкес индикаторлар түсінің өзгеруі индикаторлардың құрылысып өзгертетін молекулаішілік топтасудың салдарынан жүреді. Егер қайтадан топтасуда, ертіндінің түсіне әсер ететін топтар пайда болса немесе жойылса, ол өзгереді. Хромофорлық теория бойынша қышқылды-негіздік индикаторлардың ертінділерінде олардың әртүрлі боялған және бір-бірімен тепе-теңдікте болатын түрлері (таутомерлері) болады.

Иондық және хромофорлық теориялар индикаторлардың ионды-хромофорлық теориясына біріктірілген. Бұл теория бойынша қышқыл индикаторлардың ертіндісінде мынадай тепе-теңдіктер тізбегі орнайды:



Олардың әрқайсысы үшін әсер етуші массалар заңын қолданатын болсақ:



$$K_I = \frac{[HInd]}{HInd^-}; K_{II} = \frac{[H^+] \cdot [Ind]}{[HInd]}$$

Екі теңдеуі өзара көбетейткенде мынадай теңдеу алуға болады:

$$K_I \cdot K_{II} = \frac{[HInd] \cdot [H^+] \cdot [Ind]}{[HInd] \cdot [HInd]}$$

Осыдан:

$$K_{II} = \frac{[H^+] \cdot [Ind]}{[HInd]} \text{ немесе } K = \frac{[H^+] \cdot [Ind]}{[HInd]}$$

$K$  – индикатордың диссоциациялану константы

$[H^+]$  – сутегі иондарының тепе-теңдік концентрациясы

$C_{н.т.}$  – негіздік түрінің концентрациясы

$C_{к.т.}$  – қышқылдық түрінің концентрациясы

Жоғарыдағы теңдеуден

$$H^+ = K \frac{C_{к.т.}}{C_{н.т.}}$$

Теріс ондық логарифмдейтін болсақ:

$$\lg[H^+] = -\lg K - \lg \frac{C_{к.т.}}{C_{н.т.}}$$

немесе

$$pH = pK - \lg \frac{C_{к.т.}}{C_{н.т.}}$$

$pK$  – индикатор көрсеткіші.

Бұл теңдеу индикатордың түсі мен ерітінді  $pH$ -нын арасындағы байланысты сипаттайтын индикаторлар теориясының негізі теңдеуі болып табылады.

Белгілі бір индикатор үшін  $pK$  тұрақты шама болғандықтан, ерітіндінің  $pH$ -ы өзгергенде  $C_{к.т.} / C_{н.т.}$  қатынасы да өзгеруі керек. Бірақ бұл екі түр әртүрлі түске боялатындықтан, ерітіндідегі индикатордың түсі, олардың қатынасының шамасына тәуелді болып келеді. Бірақ бұл қатынастың кез келген өзгерісі ерітінді түсінің өзгерісі болып қабылданбайды.

Адамның көзі бояуларды белгілі бір шамада ғана ажырататын болғандықтан, индикатордың бояуы кез келген рН-та емес, индикаторлардың ауысу аймағы деп аталатын рН мәндерінің шектелген аймағында өзгереді және байқалады. Көбіне өзгеру аймағындағы

$$pH = pK \pm 1.$$

Мысалы: фенолфталеин үшін  $K_{дис} = 10^{-9}$ , яғни  $pK = -\lg K = -\lg 10^{-9} = 9$ , яғни ауысу аймағы мынадай болуы керек:  $pH=8-10$ . Бұл бойынша  $pH=8$ -ге дейін фенолфталеин түссіз қышқыл түрі ал  $pH=10$  – нан бастап қызғылт түске негіздік түрі боялады. Барлық аралық түстердің ішінде титрлеу үрдісі аяқталатын түс маңызды болып есептеледі. Мысалы, егер қышқылды фенолфталеиннің көмегімен титрлейтін болса, рН-тың жоғарылайтындығына қарамастан ерітінді  $pH= 8,2$  болғанша түссіз болып қара береді. Осы рН-тан бастап бояуы өзгере бастайды да,  $pH=9$  болғанда оңай байқалатын қызғылт түске боялады. Осы рН-та титрлеу үрдісін аяқтау керек. Титрлеу соңына сәйкес келетін рН мәні индикатордың титрлеу көрсеткіші (рТ) деп аталады. Мысалы, фенолфталеин үшін  $pT=9$ , метилоранж үшін  $pT=4,0$ .

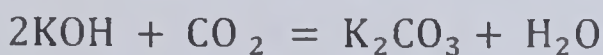
#### 4 кесте- Кеңінен қолданылып жүрген төрт индикатордың сипаттамалары.

Индикатор	Индикатордың сипаты	Түсі		РН ауысу аймағы	рТ
		қышқ.түрі	негіз.түрі		
Метилоранж	Негіздік	Қызғылт	Сары	3,0 – 4,4	4,0
Метилқызыл	Негіздік	Қызыл	Сары	4,4 – 6,2	5,5
Лакмус	Қышқылдық	Қызыл	Көк	5,0 – 8,0	7,0
Фенолфталеин	Қышқылдық	Түссіз	Қызыл	8,2 – 10,0	9,0

#### Зертханалық жұмыс.

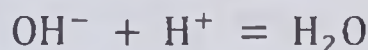
##### Карбонаттар мен сілтінің бірге болған жағдайда анықтау

Тамшылату (пипеткалау) әдісі арқылы анықтауды жүргіземіз. Қатты сілтілермен олардың ерітінділері  $CO_2$  және (буын ) жұтып алады. Сондықтан жартылай карбонаттарға айналады

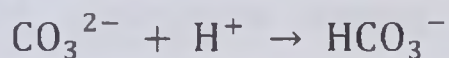




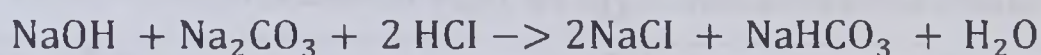
Демек, сілтілер ерітіндісінде ерігіш карбонаттардың қосымшасы болады. Кейбір жағдайларда карбонаттар мен сілтілердің мөлшерін бөлек білу керек болады. Оларды тұз қышқылының стандартталған ерітіндісімен титрлеу арқылы жеке анықтауға болады, өйткені титрлегенде тек сілті ғана бейтараптанып қоймайды:



Сонымен қатар карбонаттарды бейтараптанады.



Демек, алғаш титрлегенде сілті толығымен бейтараптанып, ал карбонаттар гидрокарбонатқа дейін бейтараптанады. Эквиваленттік нүктеде  $\text{pH} = 8,3$  сондықтан фенолфталеин ( $\text{pT}=9$ ) қолданылады. Бұл реакциялар тендеуін былай жазуға болады:



Тұз қышқылын одан әрі қосқанда гидрокарбонаттар көмір қышқылына айналады.



Эквиваленттік нүктедегі ерітіндінің  $\text{pH}$  көмір қышқылының қатысында анықталады  $\text{pH} = 4$ , сондықтан карбонаттардың екінші жартысын метилоранжды қосып титрлеген ( $\text{pT}=3,6$ ) жөн.

### Анықтау жолы

(Құрамында 9,5 % NaOH бар) техникалық натрийдің 100 мл 0,1 н ерітіндісі дайындау үшін келесі формула арқылы есептейді:

$$a = \frac{cMW}{10\omega}$$

Мұндағы:

$a$  – NaOH өлшемі

$c$  - концентрация

$M$  - молярлық массасы

$W$  - NaOH көлемі

Карбонаттар мен сілті қоспасының керекті көлемін (берілген ерітінді) 100мл өлшегіш колбада дайындайды. Титрлеуге арналған колбаға 15 мл дайындалған ерітіндіні өлшеп алады да үстіне 5-6 тамшы фенолфталеин қосып, ерітіндінің түсі түссізденгенге дейін титрлейді. Титрлеуге кеткен тұз қышқылы ерітіндісінің көлемін жазып алады ( $V_1$ ). Титрлеуді одан әрі жалғастырып сол колбаға 2 тамшы метилоранж индикаторын қосып, бюретканы қышқылмен толтырмай қызғыш сары түске өткенше титрлейді. Бұл кездегі кеткен көлемі ( $V_2$ ) болады, титрлеу нәтижелерін дәптерге жазып алады.

Титрлеуге кеткен қышқылдың көлемін келесі формула арқылы есептейміз:

$$V_{Na_2CO_3} = 2(V_2 - V_1); V(NaOH) = V_2 - 2(V_2 - V_1).$$

Анализденетін үлгіде  $Na_2CO_3$  және NaOH проценттік мөлшерін (%) төмендегі теңдеу бойынша есептейміз:

$$\omega = \frac{N_a V_a \mathcal{E}_B W_a}{10 V_B a_B}$$

Мұндағы:

$N_a$  - қышқыл нормальдылығы

$V_a$  - қышқылдың көлемі

$W_a$  - қышқылдың массалық үлесі

$\mathcal{E}_B$  - сілтінің эквиваленті

$V_B$  - сілтінің көлемі

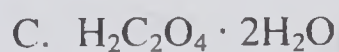
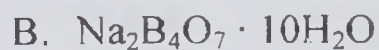
$a_B$  - сілтінің өлшемі



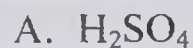
$\text{Na}_2\text{CO}_3$  пен  $\text{NaOH}$  эквивалентін өздерінің қышқылдарымен әректесетін реакциядан анықтаймыз.

### Тесттік тапсырма

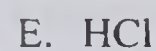
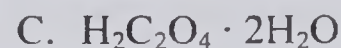
1. Ацидиметрия әдісінде қандай зат жұмыс ерітіндісі болып табылады
  - A.  $\text{NaOH}$
  - B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - C.  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - D.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - E.  $\text{NaCl}$
2. Алкалиметрия әдісінде қандай зат жұмыс ерітіндісі болып табылады
  - A.  $\text{NaOH}$
  - B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - C.  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - D.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - E.  $\text{NaCl}$
3. Ацидиметрия әдісінде қандай зат жұмыс ерітіндісі болып табылады
  - A.  $\text{KOH}$
  - B.  $\text{HCl}$
  - C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - D.  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - E.  $\text{NaCl}$
4. Алкалиметрия әдісінде қандай зат жұмыс ерітіндісі болып табылады
  - A.  $\text{KOH}$
  - B.  $\text{HCl}$
  - C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
  - D.  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - E.  $\text{NaCl}$
5. Ацидиметрия әдісінде қандай зат қалыптастыратын ерітінді болып табылады
  - A.  $\text{H}_2\text{SO}_4$



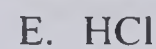
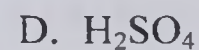
6. Ацидиметрия әдісінде қандай зат қалыптастыратын ерітінді болып табылады.



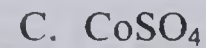
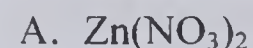
7. Ацидиметрия әдісінде қандай зат қалыптастыратын ерітінді болып табылады.



8. Алкалиметрия әдісінде қандай зат қалыптастыратын ерітінді болып табылады



9. Қандай затты ацидиметриялық әдіспен анықтайды.





E.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

10. Қандай затты ацидиметриялық әдіспен анықтайды.

A.  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

B.  $\text{AlCl}_3$

C.  $\text{CoSO}_4$

D.  $\text{NaHCO}_3$

E.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

11. Қандай затты алкалиметриялық әдіспен анықтайды.

A.  $\text{NH}_4\text{OH}$

B.  $\text{NaHCO}_3$

C.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

D.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

E.  $\text{NaCl}$

12. Қандай затты алкалиметриялық әдіспен анықтайды

A.  $\text{NH}_4\text{OH}$

B.  $\text{NaHCO}_3$

C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

D.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

E.  $\text{NaCl}$

13. Эквивалентті молярлы концентрациясы  $0,3$  моль/л ,  $25$ мл  $\text{NaOH}$  ерітіндісін титрлеуге кеткен эквивалентті молярлы концентрациясы  $0,1$  моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісінің көлемін есепте

A.  $80,0$ мл

B.  $75,0$ мл

C.  $70,0$ мл

D.  $85,0$ мл

E.  $65,0$ мл

14. Эквивалентті молярлы концентрациясы  $0,4$  моль/л,  $15$  мл  $\text{HNO}_3$  ерітіндісін титрлеуге кеткен эквивалентті молярлық концентрациясы  $0,1$  моль/л  $\text{NaOH}$  ерітіндісінің көлемін есепте

- A. 70,0мл
- B. 65,0мл
- C. 60,0мл
- D. 55,0мл
- E. 50,0мл

15. 10 мл NaOH ерітіндісін титрлеу үшін эквивалентті молярлық концентрациясы 0,1 моль/л 5 мл HCl ерітіндісі кетті. NaOH

ерітіндісінің эквивалентті молярлық концентрациясын есепте

- A. 0,30 моль/л
- B. 0,25 моль/л
- C. 0,20 моль/л
- D. 0,15 моль/л
- E. 0,10 моль/л

## 9. Тотығу-тотықсыздану реакциялары

### 9.1. Тотығу және тотықсыздану

Тотығу дәрежесі - молекулалар мен иондардан тұрады деген жорамал бойынша есептеп шығарыған молекулалардағы атомның шартты заряды

Атомның тотығу дәрежесінің мәні оң, теріс немесе нөлге тең. Атомдардың тотығу дәрежесі өзгере журетін реакциялар тотығу-тотықсыздану реакциялары деп аталады. Оң тотығу дәрежесі осы элементтің берген электрон санымен өлшеніп, соңына оң таңба (+) қойылады. Теріс тотығу дәрежесі осы элементтің қосып алған электрондарының санымен анықталады да, соңына теріс таңба қойылады

(-) қойылады.

Элементтердің тотығу дәрежесін анықтағанда төмендегі жағдайларды ескереді:

- 1) Жай заттардағы атомдардың тотығу дәрежесі нольге тең;
- 2) Молекулалардағы атомдардың тотығу дәрежесінің алгебралық қосындысы нөлге тең болады;



3) Қосылыстарда сілтілік металдардың тұрақты тотығу дәрежесі (+1), II топтың негізгі топша металдары, мырыш және кадмий (+2);

4) Сутектің тотығу дәрежесі барлық қосылыстарда (+1), тек гидрид металдарында тотығу дәрежесі (-1) тең (NaH, CaH<sub>2</sub> және т. б.);

5) Қосылыстарда оттегінің тотығу дәрежесі (-2) тең, тек пероксидте (-1) және оттек фторидінде OF<sub>2</sub> (+2).

Мысалы, қосылыстарда NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, NH<sub>2</sub>OH, N<sub>2</sub>O, NO, HNO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> және HNO<sub>3</sub> азоттың тотығу дәрежелері -3, -2, -1, +1, +2, +3, +4, +5 тең.

Тотығатын зат электронды береді де, тотықсызданатын зат электронды қосып алады. Реакция кезінде электрондарды беретін бөлшекті (атомды, ионды немесе молекуланы) **тотықсыздандырғыш** дейді, ал электронды қосып алатын бөлшекті **тотықтырғыш** деп атайды.

Барлық тотығу-тотықсыздану реакцияларын негізгі үш типке бөлуге болады: молекулааралық, молекулаішілік және диспропорция реакциялары.

**1. Молекулааралық тотығу-тотықсыздану реакцияларында** тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш әр түрлі заттардың құрамында болады.



**2. Молекулаішілік тотығу-тотықсыздану реакцияларында** тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш бір заттың құрамында болады.



**3. Диспропорция реакцияларында** бір атом әрі тотықтырғыш, әрі тотықсыздандырғыш болады.



Тотығу-тотықсыздану реакцияларында электрондарды беретін заттар тотықсыздандырғыш, ал электрондарды қосып алатын заттар тотықтырғыш деп аталады. Реакция барысында тотықсыздандырғыштың тотығу дәрежесі жоғарылап, тотығады, ал тотықтырғыштың тотығу дәрежесі төмендеп, тотықсызданады.

### 9.1.3 Аса маңызды тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштар

5 кесте- маңызды тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштар

Маңызды тотықтырғыштар	Маңызды тотықсыздандырғыштар
<p>1. Теріс тотығу дәрежелі күйге ауысатын бейметалдар (<math>\text{Cl}_2</math>, <math>\text{Br}_2</math>, <math>\text{I}_2</math>, <math>\text{F}_2</math>, <math>\text{S}</math>, <math>\text{O}_3</math>).</p> <p>2. Бейтарап күйге ауысатын металдар мен сутек катиондары: <math>\text{Ag}^+</math>, <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{H}^+</math>.</p> <p>3. Құрамындағы элементтердің тотығу дәрежесі жоғары немесе аса жоғары болатын күрделі заттар. Мысалы: калий перманганаты <math>\text{KMnO}_4</math>, <math>\text{K}_2\text{MnO}_4</math>, марганец (ІУ) оксиді <math>\text{MnO}_2</math> калий дихроматы <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math>, калий хроматы <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math>, <math>\text{FeCl}_3</math>, <math>\text{HNO}_3</math>, <math>\text{HClO}_4</math>, <math>\text{H}_2\text{SeO}_4</math>, <math>\text{PbO}_2</math>, <math>\text{Ag}_2\text{O}</math>, <math>\text{H}_2\text{O}_2</math>, <math>\text{CuO}</math>, гипохлоридтер, хлораттар мен перхлораттар.</p> <p>4. Концентрлі <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> концентрлі <math>\text{HNO}_3</math> пен <math>\text{HF}</math> қоспасы, «патша арағы» (3:1 қатынастағы концентрлі <math>\text{HCl}</math> және <math>\text{HNO}_3</math>).</p> <p>5. Электролиз кезіндегі анод.</p>	<p>1. Оң тотығу дәрежелі күйге ауысатын барлық металдар.</p> <p>2. Оң тотығу дәрежелі күйге ауысатын барлық бейметалдар (<math>\text{H}_2</math> сутек, В бор, С көміртек).</p> <p>3. Құрамына тотығу дәрежесі төмен немесе өте төмен болатын элементтер енетін күрделі заттар. Мысалы: <math>\text{FeCl}_2</math>; <math>\text{FeSO}_4</math>; <math>\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3</math>; <math>\text{MnSO}_4</math>; <math>\text{H}_2\text{S}</math>; <math>\text{HCl}</math>; <math>\text{HBr}</math>; <math>\text{HI}</math>; <math>\text{NH}_3</math>; <math>\text{CO}</math>; <math>\text{N}_2\text{H}_4</math>; <math>\text{NO}</math>; <math>\text{SO}_2</math>; <math>\text{H}_3\text{PO}_3</math>; <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math> және оның тұздары; <math>\text{HNO}_2</math>; <math>\text{SnCl}_2</math>; <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>.</p> <p>4. Органикалық заттар - альдегидтер, спирттер, глюкоза, құмырсқа және қымыздық қышқылдары.</p> <p>5. Электролиз кезіндегі катод.</p>

Тотығу-тотықсыздану реакциялары тірі организмдерде жүретін демалу және зат алмасу процестерінің, шіру және ашу, сол сияқты жасыл өсімдіктердегі фотосинтез реакцияларының, адам мен жануарлардың жүйке



кызметтерінің негізін калайды. Тотығу-тотығсыздану реакцияларын шикі заттар жанғанда, металдардың коррозиясы және электролиз процестері кезінде байқауға болады. Тотығу-тотығсыздану реакцияларының аркасында гальваникалық элементтер мен аккумуляторларда химиялық энергия электр энергиясына айналады.

## 9.2. Тотығу-тотықсыздану реакциялары

Медицина және фармацияда тотығу-тотықсыздану реакциялары маңызды роль атқарады. Олар көптеген тіршілікке биохимиялық процесстердің негізінде жатыр. Ағзаның тіршілігі үшін энергия қажет. Биологиялық жүйелерде энергия көзі болып күрделі органикалық қосылыстардың оттегі мен тотығу реакциялары болып табылады.

Дәрілер дайындауда жеке компоненттердің тотығу-тотықсыздану қабілеттілігін білу қажет. Мысалы майда еритін витаминдерді дайындау кезінде оның ауадағы оттегімен жеңіл тотығуын ескеру керек. К-витамині тотығу кезінде белсенділігі өзгермейді, ал өнімдері тотығу кезінде улы. В-дәрумені сілтілі және бейтарап ерітінділерде, қатты дәрілік түрдеде жеңіл тотығады, яғни әсіресе сілті ортада тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш әсерінен ол белсенсіз күйге өтеді.

**Тотығу дәрежесі** - бұл молекулалар түзілу кезіндегі атомда пайда болатын шартты заряд.

**Тотығу-тотықсыздану реакциялары (ТТР)** деп реакциялар жүру барысында атомдардағы тотығу дәрежесінің өзгеруін айтамыз. ТТР-ры екі өзара байланысты процесстерден тұрады: тотығу процессінен және тотықсыздану процессінен.

**Тотығу процессі** – электрондарды беру процессі, осы кезде атомның тотығу дәрежесі артады.

**Тотықсыздану процессі** - электрондарды қосып алу процессі, осы кезде атомның тотығу дәрежесі төмендейді.

### 9.3. Тотығу-тотықсыздандыру реакцияларының теңдеулерін құрастыру

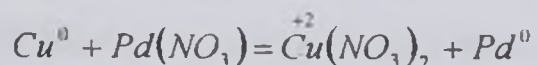
Тотығу-тотықсыздандыру реакцияларының теңдеуін құруда екі әдіс -

1. электрондық баланс әдісі
2. жартылай реакция әдістері

#### Электрондық баланс әдісі.

Бұл әдіс бастапқы және соңғы заттардағы атомдардың тотығу дәрежесін салыстыруға негізделген. Мұнда негізгі талап бойынша тотықсыздандырғыш берген электрондар саны тотықтырғыш қосып алған электрондар санына тең болу керек. Теңдеуді құру үшін реакцияға катысатын заттардың және реакция нәтижесінде алынатын өнімдердің формулаларын білу қажет. Соңғылар тәжірибе жүзінде немесе элементтердің белгілі қасиеттері арқылы анықталады. Бұл әдістің қолданылуын нақтылы мысалдар арқылы қарастырайық.

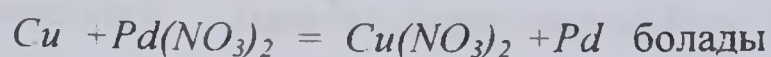
**1 мысал.** Палладий (II) нитраты ерітіндісінің мыспен әрекеттесу реакциясының теңдеуін құрастыру. Реакцияның бастапқы және соңғы заттарының формулаларын жазып олардың тотығу дәрежелерінің өзгеруін көрсетеміз;



Мыс екі электронды беріп мыс ионын түзеді, оның тотығу дәрежесі 0-ден +2-ге артады. Мыс-тотықсыздандырғыш. Палладий ионы екі электронды қосып алып, тотығу дәрежесін +2-ден 0-ге өзгертеді. Палладий(II) нитраты – тотықтырғыш. Бұл өзгерістерді электрондық теңдеу арқылы бейнелеуге болады.

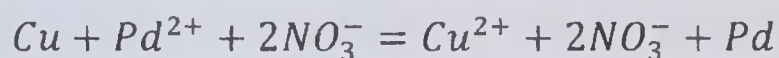


Мұнда тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш коэффициенті. Реакцияның соңғы теңдеуі;

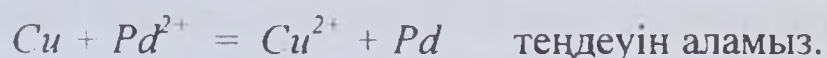




Реакцияның жалпы теңдеуін де электрондар көрсетілмейді. Құрастырылған теңдеудің дұрыс екендігін тексеру үшін оң және сол жақтағы әрбір элементтің атомының сан мәнін есептейміз. Мәселен, оң жақта оттегінің 6 атомы бар, ал сол жақта да 6 атомы бар, палладийдікі 1 және 1, мыстікіде 1 мен 1. демек, теңдеу дұрыс құрастырылған. Бұл теңдеуді иондық түрде қайта жазамыз;

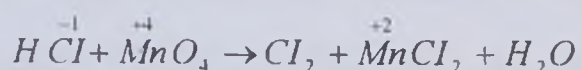


Бірдей иондарды қысқартқаннан кейін

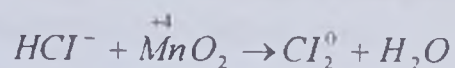


**2-мысал.** Концентрленген тұз қышқылының марганец (IV) оксидімен әрекеттесу реакциясының теңдеуін шығару керек (зертхана жағдайында реакция арқылы хлор алынады)

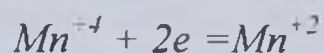
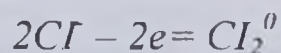
Реакцияның бастапқы және соңғы заттарының формулаларын жазамыз



Реакцияға дейінгі және одан кейінгі атомдардың тотығу дәрежесінің өзгеруін көрсетеміз;



Бұл тотығу – тотықсыздану реакциясы, себебі марганец пен хлор атомдарының тотығу дәрежесі өзгереді. HCl - тотықсыздандырғыш. MnO<sub>2</sub> - тотықтырғыш. Электрондық теңдеуді жазамыз.



және тотықтырғыш пен тотықсыздадырғыш коэффициенттерін табамыз.

Олар 2 және 1-ге тең. Коэффициент 2 (бір болмайды) қойылады, себебі тотығу дәрежесі 1-ге тең хлордың екі атомы 2 электронды береді. Бұл коэффициент электрондық теңдеуде келтірілген;



Басқа әрекеттесуші заттар үшін коэффициенттерді табамыз. Электрондық теңдеуден HCl-дың екі молекуласынан MnO<sub>2</sub>-нің бір молекуласы келетіндігі

көрініп тұр. Бірақта, түзілетін екі зарядты марганец ионын қосып алу үшін тағы да қышқылдың екі молекуласы керек екендігін еске ала отырып, тотықсыздандырғыштын алдына 4 деген коэффициент қою керек. Нәтежесінде 2 молекула су алынады. Теңдеудің соңғы түрі;

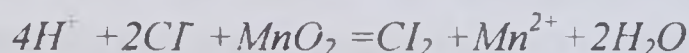


болады.

Теңдеудің дұрыс жазылғандығын тексеру үшін кез-келген бір элементтің атомының санын есептеуге болады, мысалы хлордың сол жақта 4, ал оң жақта  $2+2=4$  атомы бар. Электрондық баланс әдісінде реакция теңдеуі молекулалық түрде берілетіндіктен, оларды дұрыс құрастырып және тексеріп барып иондық теңдеуді жазу керек. Құрылған теңдеуді иондық түрде қайта жазамыз.



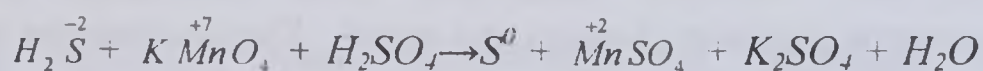
Теңдеудің екі жағындағы бірдей иондары қысқартқаннан кейін (бұл хлор ионы) теңдеуін аламыз.



3-мысал. Қышқыл ортада калий перманганатының ерітіндісімен күкртсутектің әрекеттесу реакциясының теңдеуін құрастыру. Алдымен реакция схемасын - бастапқы және алынған заттардың формулаларын жазамыз;

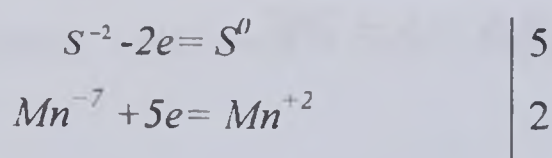


Одан кейін реакцияға дейінгі және одан кейінгі атомдардың тотығу дәрежесінің өзгеруін анықтаймыз:



Марганец пен күкірттің тотығу дәрежесі өзгереді ( $\text{H}_2\text{S}$ - тотықсыздандырғыш  $\text{KMnO}_4$  –тотықтырғыш).

Әрқарай электрондық теңдеуді құрамыз, яғни электронды беру немесе қосып алу процесін көрсетеміз,

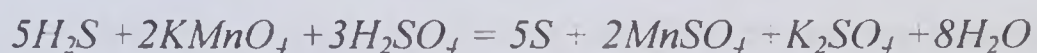




Тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштың алдындағы коэффициенттерді, ал одан кейін басқа әрекеттесуші заттардың коэффициенттерін табамыз.

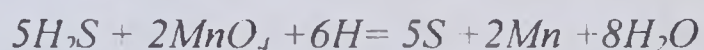
Электрондық теңдеуден  $\text{H}_2\text{S}$ -тің 5 моль және  $\text{KMnO}_4$ -тің 2 моль алғанда күкірт атомдарының 5 мольмен  $\text{MnSO}_4$  -тің 2 моль алатындығы көрініп тұр. Теңдеудің оң және сол жағындағы атомдар санын салыстыра отырып,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -тің бір мольмен судың 8 моль түзілетіндігін табамыз.

Реакция теңдеуінің соңғы түрі;



Теңдеудің дұрыс жазылғандығын оттегі атомын санау арқылы тексереді, сол жақта  $2 \cdot 4 + 3 \cdot 4 = 20$ , ал оң жақта  $2 \cdot 4 + 4 + 8 = 20$

Теңдеуді иондық түрде қайта жазамыз;

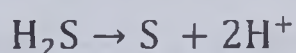


Дұрыс жазылған реакция теңдеуі, заттың массалық сақталу заңының орындалуын көрсетеді. Сондықтан, бастапқы заттармен реакция өнімдеріндегі бірдей атомдардың саны тең болу керек. Зарядтарыда сақталу керек. Бастапқы заттардың зарядтарының қосындысы реакция өнімдерінің зарядтарының қосындысына тең болу керек.

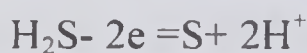
#### 9.4. Жартылай реакция әдісі немесе иондық – электрондық әдіс

Бұл әдістің тотықтыру процесімен және тотықсыздандыру процесі үшін иондық теңдеулерді құруға, ал одан кейін оларды жалпы теңдеуге біріктіруге негізделгенін оның аталуы көрсетіп отыр.

Мысалы ретінде электрондық баланс әдісін түсіндіруге пайдаланған реакцияның теңдеуін құрамыз (3-мысалды қара). Қышқылданған ортада калий перманганат  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісі арқылы күкіртті сутек газын өткізгенде ерітіндінің малина түсі жойылып, күнгірттенеді. Тәжірибе ерітіндінің күнгірттенуі жай күкірттің түзілуі нәтижесінде, яғни мына процесстің жүретінін көрсетеді;



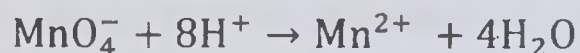
Бұл схемадағы атомдар саны бірдей. Зарядтарды теңестіру үшін схеманың сол жағынан екі электронды алып, одан кейін стрелканың орнына тепе-теңдік белгісін қою керек;



Бұл бірінші жартылай реакция – тотқсыздандырғыштың  $\text{H}_2\text{S}$  тотығу процесі ерітіндінің түссізденуі  $\text{MnO}_4^-$  ионының (малина түсті)  $\text{Mn}^{2+}$  ионына (түссіздеуге болады, бірақ концентрациясы көп болғанда қызғылт түсті болады) өтуіне байланысты, оны мына схемамен көрсетуге болады;

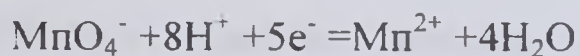


Қышқылды ерітіндіде  $\text{MnO}_4^-$  – ионының құрамында кіретін оттегі, сутегі онымен су түзеді. Сондықтанда бұл өзгерісті былай көрсетуге болады;

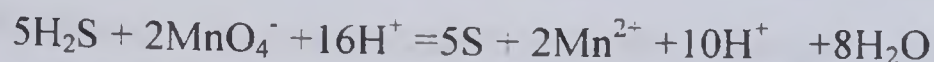
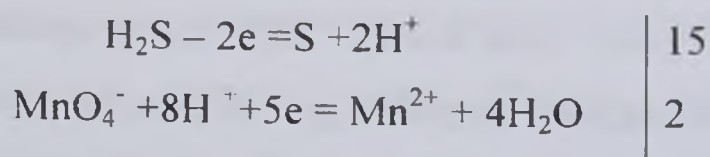


Стрелканы тепе-теңдік белгісіне ауыстыру үшін зарядтарды теңестіру керек.

Бастапқы заттарда жеті (7+) оң заряд, ал соңғы екі оң (2+) заряд бар. Зарядтардың сақталу шартын қамтамасыз ету үшін схеманың сол жағына 5 электронды қосу керек.

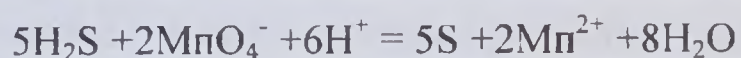


Бұл екінші жартылай реакция, тотықтырғыш  $\text{MnO}_4^-$  – перманганат ионының тотықсыздану процесі. Реакцияның жалпы теңдеуін құру үшін, алдымен берілген және алынған электрондар санын теңестіріп алып, одан кейін жартылай реакция теңдеуін жекелеп қосу керек. Бұл жағдайда, ең кіші еселікті табу ережесіне сай, жартылай реакция теңдеуді көбейтетін көбейткіштер табылып, оған көбейтіледі де, қысқаша түрде былай жазылады;



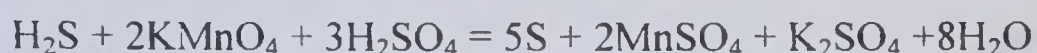
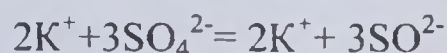
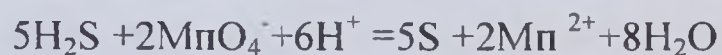


Теңдеуді  $10\text{H}^+$ -ке қысқартып, иондық теңдеудің соңғы түрін аламыз



Құрылған иондық теңдеудің дұрыс екендігін тексереміз; оттегі атомдарының саны сол жақта 8, оң жақта 8, зарядтарының саны; сол жақта  $(2-) + (6+) = 4$ , оң жақта  $+2 \cdot (2+) = 4$ , себебі атомдар мен зарядтар теңестірілгендіктен теңдеу дұрыс құрылған.

Жартылай реакция әдісі арқылы реакциялардың теңдеуі иондық түрде құрастырылады. Иондық түрден молекулалық түрдегі теңдеуге өту үшін иондық теңдеудің сол жағындағы әрбір анионға сәйкес катион, ал әрбір катионға сәйкес анион табамыз. Одан кейін анықтаған иондарды сол күйінде теңдеудің оң жағынан бастап жазып, иондарды молекулаға біріктіреміз.



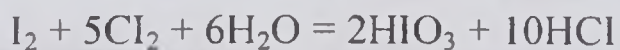
Сонымен, жартылай реакция әдісімен құрылған тотығу–тотықсыздану реакциясының теңдеуі, электронды баланс әдісімен құрылған теңдеуге әкеледі.

Екі әдісті салыстырайық. Жартылай реакция әдісінің электронды баланс әдісіне карағанда артықшылдығы сол, ерітіндіде шындығында болатын иондар қолданылады. Шындығында, ерітіндіде Mn, Cr, S, S иондары емес, онда  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  иондар бар. Жартылай реакция әдісінде атомдардың тотығу дәрежесін білудің керегі жоқ. Кейбір жартылай реакциялардың иондық теңдеуі, гальваникалық элементпен электролиз кезіндегі химиялық процесті түсіну үшін қажет. Бұл әдісте ортаның барлық процеске активті түрде қатысатындығы көрініп тұр. Жартылай реакция әдісін қолданғанда, жартылай реакция әдісіне көбірек мән беріліп, оны су ерітінділерде жүретін барлық тотығу-тотықсыздандыру реакцияларының теңдеуін құру үшін қолданады.

### 9.5. Тотығу–тотықсыздану екідайлығы

Тотықтырғыш та тотықсыздандырғышта қасиеттер көрсетеді.

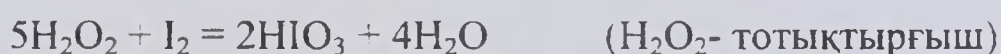
Иод бос күйінде тотықтырғыштық функциясы айқын болғанмен күшті тотықтырғыштармен әрекеттескенде тотықсыздандырғыштардың ролін көрсетеді, мысалы:



Сонымен қатар сілтілік ортада фтордан басқа барлық галогендерге диспропорциялану реакциялары тән:

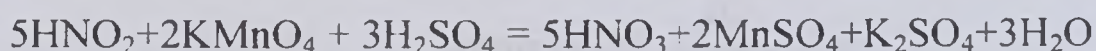


2. Сутегі пероксидінде  $H_2O_2$  оттегінің тотығу дәрежесі  $-1$ , тотықсыздандырғыштың қатысында оның тотығу дәрежесі  $-2$  ге дейін төмендейді, ал тотықтырғыштармен әрекеттескенде тотықтырғыштығын артыру қасиетін көрсетіп, оттегі бос күйінде бөлініп шығады:

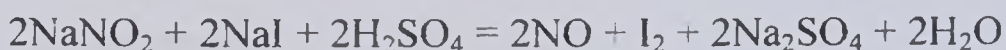


( $H_2O_2$  - тотықсыздандырғыш)

3. Азотты қышқыл және нитриттер,  $NO_2^-$  ионы есебінде тотықсыздандырғыш ретінде қатысады, азот қышқылы немесе оның тұзына дейін тотығады:



Әдетте  $NO_2^-$  ион тотықтырғыш ретінде әсер етіп,  $NO_3^-$ ға дейін тотықсызданады, ал күшті тотықсыздандырғыштар мен реакцияда азоттың төменгі дәрежеге тотыққаны байқалады:

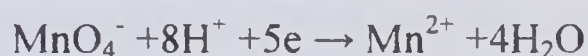


Тотықтырғыштың эквиваленті деп оның тотықсызданғанда электрондардың 1 молін қосып алатын санын айтады. Бұған орай, тотықтырғыштың эквиваленттік массасы  $\mathcal{E}$  оның мольдік массасын  $M$  электрондар санына  $n$  бөлгенге тең:

$$\mathcal{E} = M/n$$



Әртүрлі реакциялардағы бір зат және сол зат электрондардың әртүрлі санын қосып алатындықтан немесе бөліп шығаратындықтан, оның эквиваленттік массасы әртүрлі мәнде бола береді. Мысалы, қышқылдық ортадағы  $\text{KMnO}_4$  ( $M=158,0\text{г/моль}$ )  $\text{Mn}^{2+}$  дейін тотықсызданады:



Бейтарап, әлсіз сілтілі және күшті сілтілі ортадағы  $\text{KMnO}_4$  эквивалентін және эквиваленттік массасын анықтандар.

Шешуі: мұндағы  $n = 5$ ,  $\text{KMnO}_4$  эквиваленті  $1/5$  мольге тең және оның эквиваленттік массасы тең:

$$\text{Э} = \frac{158}{5} = 31,6\text{г/моль}$$

Бейтарап және әлсіз сілтілі ортада:  $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$

Мұндағы  $n=3$ ,  $\text{KMnO}_4$  эквиваленті  $1/3$  мольге тең және оның эквиваленттік массасы тең:

$$\text{Э} = \frac{158}{3} = 52,7\text{г/моль}$$

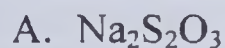
Күшті сілтілі ортада:  $\text{MnO}_4^- + \text{e} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$

Мұндағы  $n=1$ ,  $\text{KMnO}_4$  эквиваленті 1 мольге тең және оның эквиваленттік массасы тең:

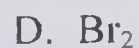
$$\text{Э} = \frac{158}{1} = 158\text{г/моль}$$

### Тесттік тапсырма

1.  $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{J}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaJ}$  реакциядағы тотықсыздандырғыш болатын затты көрсет:



2.  $2\text{NaBr} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  реакциядағы тотықтырғыш болатын затты көрсет:

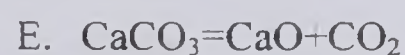
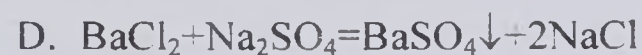


3.  $2\text{KJ} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{J}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  реакциядағы тотықсыздандырғыш

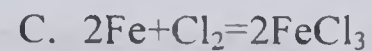
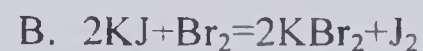
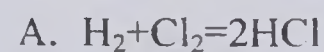
болатын затты көрсет:



4. Тотығу-тотықсыздану реакциясын көрсет:



5. Тотығу-тотықсыздану реакциясын көрсет:



6.  $\text{Na}_2\text{PbO}_2$  қорғасынның тотығу дәрежесін көрсет:

A. +6

B. +5

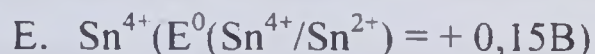
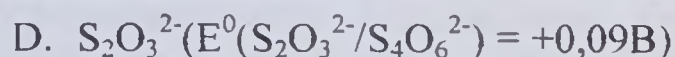
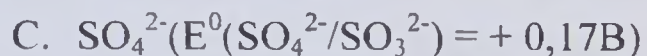
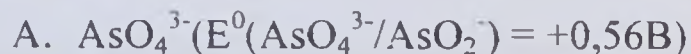
C. +4

D. +3

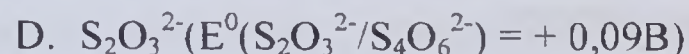
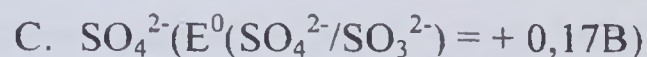
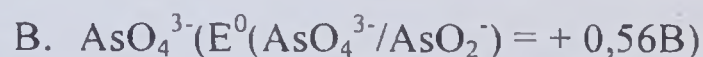
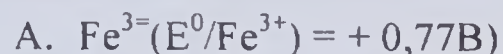
E. +2



7.  $\text{Fe}^{2+}$  ( $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}) = +0,77\text{В}$ ) қандай тотықтырғышпен тотықтыруға болатынын көрсет:

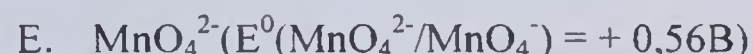
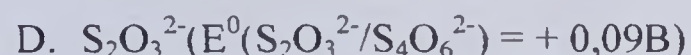
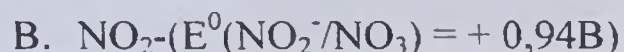
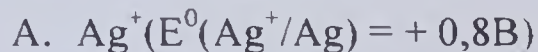


8.  $\text{J}$  ( $E^0(\text{J}^-/\text{J}_2) = +0,54\text{В}$ ) қандай тотықтырғышпен тотықтыруға болатынын көрсет:



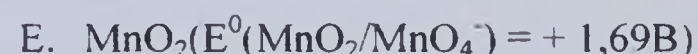
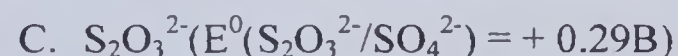
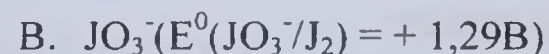
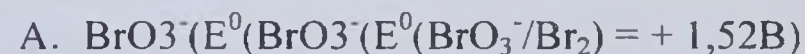
9.  $\text{Cu}^{2+}$  ( $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,35\text{В}$ ) қандай тотықсыздандырғыш

тотықсыздадырады:



10.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ( $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = +1,33\text{В}$ ) қандай тотықсыздандырғыш

тотықсыздадырады:



11.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  ( $E^0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}/\text{S}_4\text{O}_6^{2-}) = +0,09\text{В}$ ) қандай тотықтырғыш

тотықтырмайды?

- A.  $\text{Sn}^{4+} (E^0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = + 0,15\text{B})$
- B.  $\text{AsO}_4^{3-} (E^0(\text{AsO}_4^{3-}/\text{AsO}_4^-) = + 0,56\text{B})$
- C.  $\text{Br} (E^0(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = + 1,09\text{B})$
- D.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (E^0(\text{CrO}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = + 1,33\text{B})$
- E.  $\text{Fe}^{3+} (E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = + 0,77\text{B})$

12.  $\text{AsO}_4^{3-} (E^0/\text{AsO}_4^{3-}/\text{AsO}_2^-) = + 0,56\text{B})$  қандай тотықсыздандырғыш

тотықсыздандырмайды?

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} (E^0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}/\text{S}_4\text{O}_6^{2-}) = + 0,09\text{B})$
- B.  $\text{SO}_3^{2-} (E^0(\text{SO}_3^{2-}/\text{SO}_4^{2-}) = + 0,17\text{B})$
- C.  $\text{Sn}^{2+} (E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^{4+}) = + 0,15\text{B})$
- D.  $\text{S}^{2-} (E^0(\text{S}^{2-}/\text{S}) = - 0,46\text{B})$
- E.  $\text{NO}_2^- (E^0(\text{NO}_2^-/\text{NO}_2^-) = + 0,94\text{B})$

13. Қандай зат тек тотықтырғыш қасиет көрсетеді?

- A.  $\text{NH}_3$
- B.  $\text{N}_2$
- C.  $\text{NO}$
- D.  $\text{NO}_2$
- E.  $\text{HNO}_3$

14. Қандай зат тек тотықсыздандырғыш қасиет көрсетеді?

- A.  $\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$
- B.  $\text{CrO}_3$
- C.  $\text{Cr}$
- D.  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- E.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

15. Қандай зат тотықтырғыш та, тотықсыздандырғыш та қасиет көрсетеді:

- A.  $\text{KMnO}_4$
- B.  $\text{MnO}_2$
- C.  $\text{HMnO}_4$
- D.  $\text{Mn}$
- E.  $\text{NaMnO}_4$



## 10. Оксидиметрия

Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдістері әрекеттесуші заттардың тотығу дәрежесінің өзгеруімен байланысты реакцияларға немесе тотығу-тотықсыздану реакцияларына редоксиметрия, оксидиметрияға негізделген.

Қазіргі уақытқа тотығу-тотықсыздану титрлеу әдістері көптеп жасалған. Ең кең тараған тотықтырғыштар перманганат, хромат (бихромат), ванадат, церий (IV), бромат, иодат, иод, темір (III) және т.б. болып табылады, Тотықсыздандырғыштан жиі иод, тиосульфат, иодид, сутек пероксиді, темір (II), аскарбин қышқыл және сирегірек басқа тотықсыздандырғыштар қолданылады. Тотықтырғыш және тотықсыздандырғыштарды тіке және кері титрлеу арқылы, сондай-ак ауыспалы валенттіктері болмайтын иондарды жанама анықтау үшін редоксиметрия әдісі қолданылады. Сондай-ак орын басу титрлеуі де қолданылады.

Оксидиметрияда стандартты ерітінді ретінде тиісті тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштардың ерітінділері қолданылады, оларды даярлау аналитикалық химиядан арнайы әдебиеттерде және анықтамалықтарда егжей-тегжейлі жазылған.

Жүз мыңнан астам тотығу-тотықсыздану реакциялары белгілі, бірақ осынша молшылықтан төмендегі талапқа жауап беретін реакциялар ғана пайдаланылады:

- олар соңына дейін тез және стехиометриялық түрде өтуі керек,
- белгілі химиялық құрамдағы (формулалар) өнімдер түзуі қажет,
- титрлеудің соңғы нүктесін дәл белгілеуге мүмкіндік туғызатын болуы қажет,
- зерттелетін ерітіндідегі қосымша өнімдермен және басқа заттармен титранттар реакцияға түспеуі керек.

### Редокс-реакциялар индикаторлары

Редоксиметриялық анықтауларда эквиваленттік нүктесін әрекеттесетін компоненттің бояуының жоғалуынан немесе пайда болуынан индикаторлар көмегімен не физика-химиялық әдістермен анықтауға болады. Индикатор ретінде

ерітіндінің бояуын өзгертетін тотықтырғыш немесе тотықсыздан-дырғышпен реакцияға түсетін заттардың ерітіндісін пайдаланады. Мысалы, крахмал иодтын шамалы мөлшері болғанда сорбциялық, немесе комплекстік қосылыс түзе көк түске боялады. Тиоцианат иондары үш валентті темір иондарының артық мөлшерімен қызыл күлгін түсті комплексті қосылыстар түзеді.

Мұндай индикатордан басқа оксидиметриялық әдістерде жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалының шамасына байланысты өздерінің бояуын өзгертетін индикаторлар қолданылады.

Индикатор жүйенің редокс-потенциалына байланысты, яғни тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыштың әсерінен. бір түрден екінші түрге өте алады, демек хромотроптық топтар пайда болатын немесе жойылатын құрылымы, осыған байланысты түсінің өзгеруіне алып келеді.. Редокс-индикатор ерітіндісінде тотыққан және тотықсызданған түрлері арасында тепе-тендік пайда болады

$$\text{Ind}_{\text{ox}} + \bar{n}e = \text{Ind}_{\text{Red}}$$

Индикаторлық жүйе потенциалын Нернст теңдеуі бойынша есептейміз

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{Ind}_{\text{ox}}]}{[\text{Ind}_{\text{Red}}]}$$

Егер индикатордың боялған түрінің біреуінің концентрациясы екіншісінікінен 10 немесе одан көп есе артық болса, ерітіндінің түсінің өзгеруін көзбен көруге болады деп қабылданған, яғни

$$E = E^0 \pm \frac{0,059}{n}$$

#### бкесте - Тотығу-тотықсыздану индикаторларының тізімі

Индикатор	Түрлер бояуы		E <sup>0</sup> , В
	тотыққан	тотықсызданған	
Темірдің 5-нитро-1, 10-фенантролинаты	Ақшыл көгілдір	Күлгін қызыл	1,25
N-Фенилантронил қышқылы	Қызыл	Түссіз	1,08
Темір 1,10-Фенантролинаты (ферроин)	Ақшыл көгілдір	Қызыл	1,11



Эриоглюцин А	қызыл	Сарғыш жасыл	0,98
Дифенилаламиносультфоқышқыл	күлгін қызыл	Сарғыш жасыл	0,85
Дифениламин	күлгін	Түссіз	0,60
Вариамин көгілдірі	көк		0,53
Метилен көгі			
Индиготетрасульфонат			0,36

Индикатор бояуын өзгертетін потенциал эквиваленттік нүктедегі потенциал мәніне мейлінше жақын болатындай етіп редокс-индикаторды тандайды. Индикатор өте тез және қайтымды тотығып және тотықсыздануы қажет. Егер индикатор қайтымсыз өзгерсе ерітіндінің жеке аймақтарында титранттың артық мөлшеріне уақытша пайда болуы индикатордың біртіндеп тотығуына алып келеді де бояуының шұғыл өзгеруі көрінбейді.

Тек кейбір индикаторлар ғана толық барлық талаптарға жауап береді. Трис=(1,10=фенантролин) темір (II) сульфаты немесе жай "ферроин" ең жақсы редокс-индикатор болып табылады. Ферроин тоттыққанда оның темір (II) себепші болатын қан қызыл түсі темір (III) комплексінің ақшыл көгілдір түсіне етеді. Ферроин - ферроин жұбының стандартты потенциалы 1,00 В тен. Церий (IV) ерітіндісімен титрлеу үшін ферроин ең қолайлы индикатор болып табылады.

Бихроматометрия әдістерінде дифениламиносульфонат және дифениламин кеңінен қолданылады, олар жасыл түсті аралық түріне дейін қайтымсыз тотығады, ал титрлеудің соңғы нүктесінде жасыл, түрі қайтымды тотығып, қара қошқыл (пурпур) бояу пайда болады. Дифениламиносульфонаттың Е шамасы + 0,86 тен.

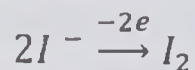
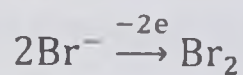
Редокс реакциялар бағыты

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүру мүмкіндігін анықтау үшін реакцияның ЭҚК (Е) есептеу керек.

$$\text{ЭҚК (E)} = \varphi_{\text{T-ш}}^0 - \varphi_{\text{T-с}}^0$$

Егер реакцияның ЭҚК  $E > 0$  болса, реакция жүреді, себебі осы жағдайда мына формула:

$\Delta G^0 = -nFE$  бойынша  $\Delta G^0 < 0$  болады.



Электродтық потенциалдың мәні үш факторға тәуелді:

А) электродтын табиғатына

Ә) температураға

Б) концентрацияға

Осы тәуелділік Нернст формуласы арқылы өрнектеледі:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln C$$

немесе

$$\varphi = \varphi^0 + 2,3 \frac{RT}{nF} \cdot \ln C \approx 2,3 \frac{RT}{F} \approx 0,059$$

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

мұндағы :

$\varphi$  - электродтық потенциал;

$\varphi^0$  - стандартты электродтық потенциал ( $t=25^0\text{C}$ ,  $P=101,3\text{кПа}$   $C=1$  моль/л)

$n$ -процеске қатысатын электрон саны;

$C$  - концентрация

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының бағытын анықтау.

Қышқылдық ортада  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  мына иондардың қайсысын тотықтыра алады:

$\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ?

$$\varphi^0 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ / 2\text{Cr}^{+3} = 1,33 \text{ В}$$

$$\varphi^0 2 \text{F}^- / \text{F}_2 = +2,85 \text{ В}$$

$$\varphi^0 2 \text{Cl}^- / \text{Cl}_2 = +1,36 \text{ В}$$

$$\varphi^0 2 \text{Br}^- / \text{Br}_2 = +1,06 \text{ В}$$

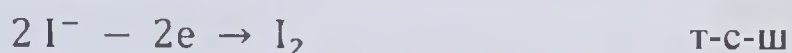
$$\varphi^0 2 \text{I}^- / \text{I}_2 = 0,54 \text{ В}$$

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүру мүмкіндігін анықтау үшін реакцияның электр қозғаушы күшін есептеу керек.

$$\text{ЭҚК (E)} = \varphi_{\text{т-ш}}^0 - \varphi_{\text{т-с}}^0$$



Егер реакцияның ЭҚК ( $E$ ) оң болса, ( $E > 0$ ) реакция жүреді, себебі осы жағдайда мына формула  $\Delta G^0 = -nFE$  бойынша  $\Delta G^0 < 0$  болады.



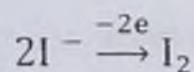
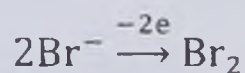
$$E_1 = 1,33 - 2,85 = -1,52 \text{ В}$$

$$E_2 = 1,33 - 1,36 = -0,03 \text{ В}$$

$$E_3 = 1,33 - 1,06 = +0,27 \text{ В}$$

$$E_4 = 1,33 - 0,54 = +0,79 \text{ В}$$

Олай болса, бихромат ионы тек мына иондарды ғана тотықтыра алады екен:

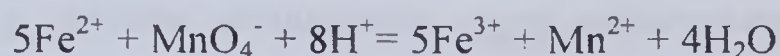


### 10.1. Перманганометрия

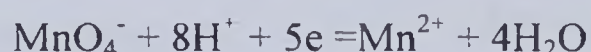
Клиникалық, санитарлы-гигиеналық және соттық сараптау тәжірбиелерінде, сол сияқты фармпрепараттарды тексеру істерінде мынандай әдістер жиі қолданылады.

Перманганометрия әдісі тотықсыздандырғыштардың  $\text{MnO}^-$  ионымен тотығуына негізделген. Тотығу процесін қышқылдық және сілтілік (немесе бейтарап) ортада жүргізуге болады.

Қышқылдық ортада  $\text{KMnO}_4$   $\text{Mn}^{2+}$  - ионына дейін тотықсызданады. Мысалы,  $\text{Fe}^{2+}$  - иондарымен әрекеттесу реакциясы мына теңдеу бойынша жүреді:



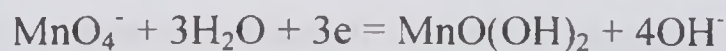
$\text{MnO}_4^-$ -тен  $\text{Mn}^{2+}$  дейін тотықсыздануы бес электронды қосу керек:



Сол себепті  $\text{KMnO}_4$  эквивалентті молярлы массасы тең:

$$\mathcal{E} = 158,03/5 = 31,61 \text{ г}$$

Сілтілік немесе бейтарап ортада марганец (VII) тотықсызданғанда түзіледі;



Сондықтан,  $\text{KMnO}_4$  эквивалентті молярлы массасы:

$$\mathcal{E} = 158,03/3 = 52,68 \text{ г/моль.л}$$

$\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$  (+1,51В) стандартты потенциал жұптары,  $\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2$  ↓ (+0,59В) стандартты потенциал жұптарына карағанда әлдеқайда жоғары. Перманганаттың тотықтырғыш қабілеттілігі сілтілік ортаға карағанда, қышқылды ортада жоғары.

Калий перманганатымен титрленгенде, әсіресе қышқылдык ортада индикатор қолданылмайды.  $\text{MnO}_4^-$  – ионының қызғылт-күлгін бояуы оның түссіз  $\text{Mn}^{2+}$  - ионына дейін тотықсыздануы нәтижесінде жойылмайтындығы белгілі. Тотықсыздандырғыш толығымен тотыққан, перманганаттың артық бір тамшысынан ерітінді ашық күрен түске боялады.

$\text{KMnO}_4$  – тің титрленгенде ерітіндісін дайындау мүмкін емес, сол себепті оның титрі басқа стандартты ерітінді ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , т.б.) бойынша анықталады.

Перманганотометрия әдісі кальцийді, марганецті (II), темірді (II), сутегінің асқын тотығын және нитриттерді анытау үшін, ал медициналық анализдерде сутегінің асқын тотығы мен магнийдің, лактат пен кальций глюконатының және басқа фармпрепараттардың сапасын бақылау үшін қолданылады.

#### 10.1.1. Стандартты заттың ерітіндісін дайындау.

Аналитикалық таразыда  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0,02 \cdot 67,0 \cdot 0,25 \approx 0,335$ г немесе  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $0,02 \cdot 63,03 \cdot 0,25 \approx 0,315$ г дәлдіктегі өлшемесін өлшеп, сиымдылығы 250 мл өлшеуіш колбаға салады да суық дистилденген сумен ерітеді, ерітіндіні колбаның белгісіне дейін сумен ерітіп, жақсылап араластырады. Содан кейін, ерітіндінің нормальдылығын жазып, есептейміз.



### 10.1.2. Титрлеу.

Титрлеуге арналған колбаға 15-20 мл 2н күкірт қышқылын құйып 80-85°C қыздырады. Бастапқы ерітіндіден пипеткамен (25,00 мл) аликвота бөлігін аламыз да қыздырылған күкірт қышқылын қосамыз (қымыздық қышқылын қосып қыздыруға және қайнатуға болмайды, өйткені ол ыдырап кетеді).  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісімен бюретканы толтырып, сұйықтықтың теңдігін нолге келтіреді. Егерде төменгі мениск бөлігі бюреткада нашар көрінсе, барлық есептеуді жоғарғы менискімен жасауға болады.  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісімен бастапқы заттың ыстық ерітіндісін тамшылатып титрлейді. Әрбір келесі тамшыны, бастапқы тамшыдан қалған бояу жойылғаннан кейін тамшылатады. Алғашқы  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің тамшысы баяу түссізденеді. Реакцияға керекті катализатор болатын  $\text{Mn}^{2+}$  ерітіндісі түзілгеннен кейін, келесі түссізденулер тездетіп жүреді. Барлық ерітіндіні жойылмайтын ақшыл-қызғылт түске бояйтын тамшыны жіберіп алмай анықтау керек. Дәл титрлеу үш мәрте жасалып, (аралықтары 0,1 мл болу керек) орташа мәні алынады.

### 10.1.3 Есептеу.

Титрлеуге кеткен  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің көлемін, кеткен заттың және ерітіндінің нормальдылығын, перманганат ерітіндісінің нормальдылығын қарапайым әдіспен есептеп табады.

#### Зертханалық жұмыс.

#### Стандартты заттың ерітіндісін дайындау.

Аналитикалық таразыда  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0,02 \cdot 67,0 \cdot 0,25 \approx 0,335\text{г}$  немесе  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $0,02 \cdot 63,03 \cdot 0,25 \approx 0,315\text{г}$  дәлдіктегі өлшемесін өлшеп, сыйымдылығы 250 мл өлшеуіш колбаға салады да суық дистилденген сумен ерітеді, ерітіндіні колбаның белгісіне дейін сумен ерітіп, жақсылап араластырады. Содан кейін, ерітіндінің нормальдылығын жазып, есептейміз.

#### Титрлеу

Титрлеуге арналған колбаға 15-20 мл 2н күкірт қышқылын құйып 80-85°C қыздырады. Алынған ерітіндіден пипеткамен (25,00 мл) аликвота бөлігін

аламыз да қыздырылған күкірт қышқылын қосамыз ( қымыздық қышқылын қосып қыздыруға және қайнатуға болмайды, өйткені ол ыдырап кетеді).  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісімен бюретканы толтырып, сұйықтықтың теңдігін нөлге келтіреді. Егерде төменгі мениск бөлігі бюреткада нашар көрінсе, барлық есептеуді жоғарғы менискімен жасауға болады.  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісімен кеткен заттың ыстық ерітіндісін тамшылатып титрлейді. Әрбір келесі тамшыны, бастапқы тамшыдан қалған бояу жойылғаннан кейін тамшылатады. Алғашқы  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің тамшысы баяу түссізденеді. Реакцияға керекті катализатор болатын  $\text{Mn}^{2+}$  ерітіндісі түзілгеннен кейін, келесі түссізденулер тездетіп жүреді. Барлық ерітіндіні жойылмайтын ақшыл-қызғылт түске бояйтын тамшыны жіберіп алмай анықтау керек. Дәл титрлеу үш мәрте жасалып, (аралықтары 0,1 мл болу керек) орташа мәні алынады.

### Есептеу

Титрлеуге кеткен  $\text{KMnO}_4$  ерітіндісінің көлемін, кеткен заттың және ерітіндінің нормальдылығын, перманганат ерітіндісінің нормальдылығын қарапайым әдіспен есептеп табады.

### Ерітіндідегі сутегінің асқын тотығын анықтау.

Сиымылығы 100 мл өлшегіш колбаға 50 мл-дей су құйып, колбаны аналитикалық таразыда өлшеп, пипеткамен 10 мл зерттелетін  $\text{H}_2\text{O}_2$  ерітіндісін құйып тағы да өлшейді.  $\text{H}_2\text{O}_2$  ерітіндісінің өлшемесін екі өлшем айырмасы бойынша анықтайды. Сарапталатын ерітіндінің аликвоталық бөлігін (15,00мл) пипеткамен титрлеуге арналған колбаға құйып, 10мл 5 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісін қосады да  $\text{KMnO}_4$ -н стандартты ерітіндісімен 1 мин жоғалмайтын ашық қызғылт түс пайда болғанша титрлейді. Құрамындағы  $\text{H}_2\text{O}_2$  (г) мына формуламен анықтайды:

$$m (\%) = N_B V_B \varepsilon_A W_A 100 / (1000 V_A a_A)$$

$N_B$  -  $\text{KMnO}_4$  концентрациясы;

$V_B$  -  $\text{KMnO}_4$  көлемі;

$W_A$  -  $\text{H}_2\text{O}_2$  көлемі;

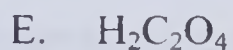
$V_A$  -  $\text{H}_2\text{O}_2$  аликвотасы;

$a_A$  -  $\text{H}_2\text{O}_2$  өлшемі.

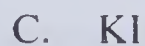


### Тесттік тапсырма

1. Перманганатометриядағы жұмыс ерітіндісін көрсет



2. Перманганатометриядағы қалыптастыратын ерітіндіні көрсет



3. Перманганатометриядағы калий перманганатының эквиваленттік

молярлық массасы (г/моль) нешеге тең

A. 31,6

B. 158,0

C. 52,7

D. 79,0

E. 35,5

4. Перманганатометриядағы қымыздық қышқылының

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  эквиваленттік молярлық массасы (г/моль) нешеге тең

A. 63,0

B. 126,0

C. 42,0

D. 31,6

E. 25,2

5. Перманганатометриялық титрлеу қандай ортада жүреді

A. Күшті қышқылды

B. Әлсіз қышқылды

- C. бейтарап
- D. әлсіз сілтілі
- E. күшті сілтілі

6. Перманганатометрияда пайдаланылатын процесті көрсет

- A.  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- B.  $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{MnO}_4^- + \bar{e} = \text{MnO}_4^{2-}$
- D.  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- E.  $\text{MnO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 4\bar{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

7. Калий перманганаты ерітіндісін стандартизациялау үшін пайдаланатын процесті көрсет

- A.  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
- B.  $\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{MnO}_2 + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- D.  $2\text{MnO}_4^- + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 8\text{H}^+ = 2\text{MnO}_2 + 6\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- E.  $2\text{MnO}_4^- + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = 2\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2$

8. Перманганатометрияда ортаны қандай ерітіндімен жасайды

- A. 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- B. 4н  $\text{HCl}$
- C. 4н  $\text{HNO}_3$
- D. 2н  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- E. 4н  $\text{NaOH}$

9. Перманганатометриялық титрлеуді қандай заттың көмегімен анықтауға болады

- A. Тотығу-тотықсыздану
- B. Тек тотықтырғыштар
- C. Тек тотықсыздандырғыштар
- D. қышқыл
- E. негіз



10. Перманганатометриялық анықтау үшін тотықсыздандырғышты...

пайдаланады

- A. Тура титрлеуде
- B. Кері титрлеуде
- C. Жанама титрлеуде
- D. Бейтараптану реакциясында
- E. Гидролиз реакциясында

11. Перманганатометриялық анықтау үшін тотықтырғышты ...

пайдаланады

- A. Кері титрлеуде
- B. Тура титрлеуде
- C. Жанама титрлеуде
- D. Бейтараптану реакциясында
- E. Гидролиз реакциясында

12. Перманганатометрияда эквивалент нүктесін белгілейді

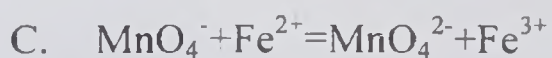
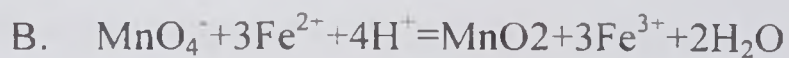
- A. Перманганат бояуының пайда болуы немесе жойылуы бойынша
- B. Крахмал бояуының өзгеруі бойынша
- C. Потенциал жүйелерінің өзгеруі бойынша
- D. Титрант көлемі бойынша
- E. Зерттелетін ерітіндінің көлемі бойынша

13. Қымыздық қышқылы немесе оксалат бойынша калий перманганаты ерітіндісін стандартизациялауда нені пайдаланады?

- A. Тура титрлеу
- B. Кері титрлеу
- C. Жанама титрлеу
- D. Бейтараптану реакциясы
- E. Гидролиз реакциясы

14. Перманганатометрияда Мор тұзындағы темір (2) анықтау үшін қандай процесті қолданады



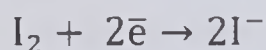


15. Перманганатометрияда сутек пероксидін анықтау үшін қандай титрлеу әдісі қолданады

- A. Тура титрлеу
- B. Кері титрлеу
- C. Жанама титрлеу
- D. Бейтараптану реакциясы
- E. Гидролиз реакциясы

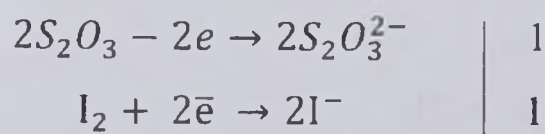
### 10.2. Йодометрия

Йодометриялық әдіс  $\text{I}_2$  пен  $\text{I}^-$  иондарының арасында жүретін тотығу-тотықсыздану процестеріне негізделген:

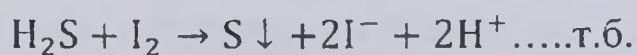
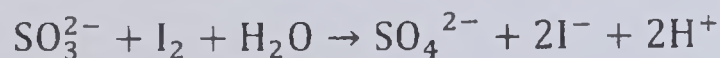


Йодометрия әдісін тотықсыздандырғыштарды  $\text{I}_2$  ерітіндісімен тотықтыру және тотықсыздандырғыштарды  $\text{I}^-$  иондарымен тотықсыздандыру үшін қолдануға болады.

1. Тотықсыздандырғыштарды анықтауға, мысалы, тиосульфат-иондарды титрлеу жатады.



Көптеген реакциялар осындай мысалдарға жатады:



Йодометриялық анықтауларды да индикаторсыз жүргізуге болар еді, бірақ титрлеу соңында иодтың бояуы өте солғын болатын болғандықтан,



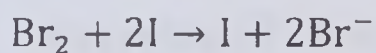
эквиваленттік нүктені анықтау қиын, сол себепті иодка сезімтал ерітінді ретінде крахмалды қолданған өте қолайлы.

Тотықтырғыштарды анықтаудың өзіндік ерекшеліктері бар, себебі  $I^-$  иондарының ерітіндісімен титрлегенде, эквиваленттік нүктені анықтау мүмкін емес сондықтан жанама әдіс – орын басу әдісі қолданылады. Бұл әдістің жалпы жобасын былай көрсетуге болады:

а. Қышқыл +KI (артық мөлшерде) + анықталатын тотықтырғыш- $I_2$  бөлінеді.

б.  $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$  (иодты натрий тиосульфатымен титрлеу.)

Мысал ретінде мынадай теңдеулерді келтіруге болады:

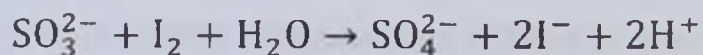
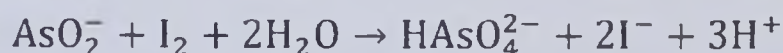
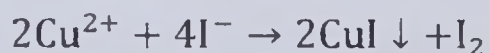
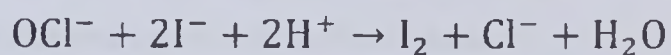


Иодометриялық әдісті сол сияқты қышқылды анықтау үшін де пайдалануға болады:



$I_2$  ерітіндісінің титрі натрий тиосульфаты, ал оның титрі калий бихроматы бойынша анықталады.

Иодометрия әдісін пайдаланып, әктегі белсенді хлорды, мысты, натрий арсенитіндегі мышьяқты, сульфиттерді анықтауға болады.



Иодометрия әдісі медициналық тәжірибеде несептегі, қан плазмасындағы, он екі елі ішек сұйығындағы диастаза ферментін анықтау үшін, сол сияқты көптеген фармпрепараттарға (сульфаниламидті, мышьяқты, антипирин, анальгин, витаминдер, пенициллин және т.б.) анализ жасау үшін қолданылады.

## Зертханалық жұмыс

### Натрий метаарсенитінің құрамын анықтау

Тотықсыздандырғышты анықтау үшін тура титрлеу қолданылады. Натрий метаарсенитін анықтау келесі реакцияға негізделген:



Натрий метаарсенитінің есептелген өлшемін аналитикалық таразыда өлшеп, сийымдылығы 100 мл өлшеуіш колбаға саламызда 4 мл 1 н натрий гидроксиді ерітіндісімен ерітеміз де 4 мл 1н HCl ерітіндісін және 2-3г NaHCO<sub>3</sub> қосамыз. Содан кейін колбаның белгісіне дейін су құйып, жақсылап араластырамыз. Алынған ерітіндіден 15 мл пипеткамен өлшеп алып титрлеу колбасына құямыз да 5 мл 0,5% крахмал ерітіндісін қосып иодтың стандартты ерітіндісімен ерітіндіні көкшіл түске боялғанша титрлейміз.

Келесі формула бойынша есептейміз:

$$m (\%) = N_B V_B \Delta_A W_A 100 / (1000 V_A a_A)$$

мұндағы: N<sub>B</sub>- KMnO<sub>4</sub> концентрациясы;

V<sub>B</sub>- KMnO<sub>4</sub> көлемі;

W<sub>A</sub>- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> көлемі;

V<sub>A</sub>- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> аликвотасы;

a<sub>A</sub>- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> өлшемі.

### Иодометрия әдісімен калий перманганатының құрамын анықтау

Титрлеу жанама әдіс-орынбасу әдісі бойынша жүргізіледі. Анықталатын тотықтырғыш, мысалы KMnO<sub>4</sub> көлемі (10 мл) ерітіндісін Мор пипеткасымен өлшеп алып, оған 5мл 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісін және көп мөлшерде құрғақ KI қосады. KI және KMnO<sub>4</sub> арасындағы реакция аяқталуы үшін, ерітіндіні 5 минутқа қалдырады, бөлінген иодты натрий тиосульфатымен титрлейді. Жұмсалған иодтың грамм-эквивалент саны тотықтырғыштың грамм-эквивалент санына тең. Ақшыл –сары түске боялғанша титрлейді, титірлеу соңында индикатор ретінде крахмалды қосамыз да түссізденгенше қайтадан титрлейміз. KMnO<sub>4</sub> мен Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> анықтағанда олар бір-біріне тікелей әсер етпейді,



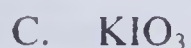
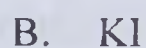
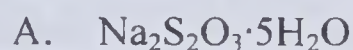
эквивалент санына да. Сондықтанда, есептеу үшін қарапайым формуланы қолдануға болады:

$$V(\text{KMnO}_4)N(\text{KMnO}_4) = V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

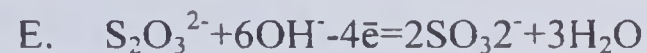
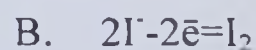
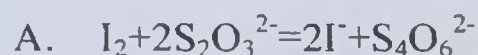
$$N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0,1\text{M}.$$

### Тесттік тапсырма

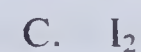
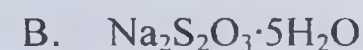
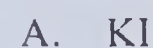
1. Йодометриядағы жұмыс ерітіндісін көрсет



2. Йодометрияда пайдаланатын процесті көрсет



3. Йодометриядағы жұмыс затын көрсет



4. Йодометрияда  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  эквиваленттік молярлық массасы

(г/моль) нешеге тең?

A. 108,0

B. 216,0

C. 72,0

D. 54,0

E. 43,2

5. Йодометрияда  $I_2$  эквиваленттік молярлық массасы (г/моль) нешеге тең?

- A. 127,0
- B. 254,0
- C. 84,7
- D. 63,5
- E. 50,8

6. Йодометриялық титрлеумен анықтауға болады

- A. Тотықтырғышпен тотықсыздандырғышты
- B. Тек тотықтырғыштарды
- C. Тек тотықсыздандырғыштарды
- D. қышқылды
- E. негізді

7. Йодометрияда эквивалент нүктесін қалай белгілейді?

- A. Крахмалы бар иод комплексінің көк түске боялуы немесе жойылуы

бойынша

- B. ерітіндінің сары бояуы пайда болуы бойынша
- C. ерітіндінің сары бояуының жоғалуы бойынша
- D. титрант көлемі бойынша
- E. зерттелетін ерітіндінің көлемі бойынша

8. Йодометрия әдісінде... индикатор болып табылады

- A. Крахмал ерітіндісі
- B. Йод ерітіндісі
- C. Калий иодиді ерітіндісі
- D. Натрий тиосульфат ерітіндісі
- E. Калий перманганат ерітіндісі

9. Йодометрияда тотықтырғыштарды анықтау үшін нені пайдаланады

- A. Жанама титрлеу
- B. Тура титрлеу
- C. Кері титрлеу



D. Бейтараптану реакциясы

E. Гидролиз реакциясы

10. Йодометрияда тотықсыздандырғыштарды анықтау үшін нені пайдаланады?

A. Тура титрлеу

B. Кері титрлеу

C. Жанама титрлеу

D. Бейтараптану реакциясы

E. Гидролиз реакциясы

11. ( $S^{2-}$ ) сульфидтердің йодометриялық анықтауында пайдаланады

A. Тура титрлеу

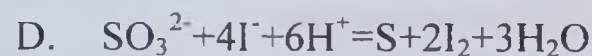
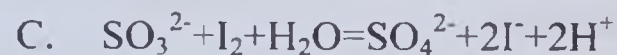
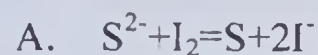
B. Кері титрлеу

C. Жанама титрлеу

D. Бейтараптану реакциясы

E. Гидролиз реакциясы

12. ( $S^{2-}$ ) сульфидтердің йодометриялық анықтауында пайдаланатын реакция



13. Йодометриялық анықтауда калий дихроматын  $K_2Cr_2O_7$  пайдаланады

A. Жанама титрлеу

B. Кері титрлеу

C. Тура титрлеу

D. Бейтараптану реакциясы

E. Гидролиз реакциясы

14. Йодометриялық анықтауда калий дихроматын  $K_2Cr_2O_7$  пайдаланатын реакция

- A.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$   
 B.  $2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{I}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$   
 C.  $2\text{CrO}_3 + 6\text{I}^- + 12\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   
 D.  $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 16\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{I}^- + 8\text{H}_2\text{O}$   
 E.  $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 14\text{OH}^- = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 7\text{H}_2\text{O}$

16. Эквиваленттік молярлық массасы 0,1 моль/л 200 мл ерітінді дайындау үшін  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  өлшемі нешеге тең?

- A. 2,48г  
 B. 1,24г  
 C. 3,10г  
 D. 6,20г  
 E. 4,56г

### 11. Комплексті қосылыстар

Комплексті қосылыстар деп кристалдық күйде де, еріген кезде де құрамында бірнеше лиганд тобымен байланысқан орталық атомнан тұратын, комплексті ион деп аталатын құрылым түзетін күрделі химиялық қосылыстарды айтады. Алғаш рет комплексті қосылыстар құрылысын А.Вернер (1893) зерттеп, өзінің координациялық теориясын ұсынды, оның негізінде мына қағидалар жатады;

- атомдардың негізгі валенттілігінен басқа өздерін кейбір реакцияларда көрсететін қосымша валенттіліктері болады.

- атомдардың негізгі валенттілігінің толығы бірінші реттік қосылыстардың, яғни  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$  және т.б. тәріздес бинарлы қосылыстардың түзілуіне байланысты.

- атомдардың қосымша валенттілігінің толығы, бірінші реттік қосылыстардың үйлесімділік өнімдері болып табылатын  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 4\text{KCN}$  тәрізді жоғарғы реттік қосылыстардың түзілуіне байланысты.

Комплексті қосылыстар ішкі және сыртқы координациялық сферадан тұрады. Орталық атом мен лигандалар бірігіп ішкі координациялық сфераны құрайды. Ішкі сфера квадратты жақшаның ішінде жазылады. Орталық атоммен



тікелей байланыспайтын, ішкі сфераға орналаспай калған иондар комплекс қосылысының сыртқы координациялық сферасын құрайды.

Мысалы:



$Fe^{+2}$  – орталық атом комплекс түзуші

$CN^-$  -лиганда

Бұл координациялық формулада атом немесе ион орталықта орналасқаны көрініп тұр. Мұндай атом немесе ион комплекс түзуші деп аталады ( $Fe^{+2}$ ,  $Fe^0$ ). Комплекс түзуші ион (орталық атом)- комплексті қосылыстың молекуласының орталығында орналасқан, көбіне оң зарядты болып келетін ион. Комплекс түзушіретінде зарядталған металл иондары:  $Ag^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Pt^{4+}$ , ең қабілетті VIII топтың үш қосымша топшалардың элементтері (d-элементтер), сонымен бірге лантаноидтар және актиноидтар атомдары болып табылады. Комплекс түзуші металл еместер де болуы мүмкін, мысалы оң тотығу дәрежесіндегі  $B^{2+}$ ,  $Si^{4+}$ ,  $P^{5+}$ ,  $S^{6+}$ . немесе f-элементтерінен құралатын иондар.

Комплекс түзушінің айналасында тығыз байланысқан иондары немесе молекулаларды лигандтар (адденттер) деп атайды. Лигандтар ретінде полярлы молекулалар ( $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CO$ ,  $NO$ ), қышкыл аниондары ( $Cl^-$ ,  $I^-$ ,  $Br^-$ ,  $CNS^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ), гидроксил тобы болуы мүмкін.

Комплексті ионның заряды комплекс түзуші мен лигандтар зарядтарының алгебралық қосындысына тең. Мысалы: келесі комплексті ионның зарядын есептеңіздер  $[Cr(H_2O)_5Cl]$ ;

хромның заряды +3, судың заряды 0, хлор заряды -1, оксалат

ионынікі -2  $+3+0*5+(-1)=+2$  яғни  $[Cr(H_2O)_5Cl]^{2+}$

Орталық атомды қоршаған лигандтар саны , яғни орталық атоммен тығыз байланысқан (координацияланған) иондар немесе молекулалар саны

координациялық сан деп аталады. Вернер көптеген комплексті қосылыстардың координациялық сандарды анализдеп, координациялық санға әсер ететін фактор орталық атомның заряды болып табылады деген қорытындыға келді. Көптеген жағдайда координациялық сан орталық атомның заряды екі еселенгенге тең.

Орталық атомның заряды	+1	+2	+3	+4
Координациялық сан	2	4,6	6,4	8

Мысалы:  $[Ag^{+1}(NH_3)_2]Cl$ ,  $[Cu^{+2}(NH_3)_4]CO_3$ ,  $[Fe(CO)_5]$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$

Ішкі координациялық сферада бір орын алатын лигандтарды *монодентантты* деп атайды. Кейбір лигандтар орталық атомға бір емес, екі және одан да көп координациялық байланыс сандармен қосылады.

Ондай жағдайларда лигандтың *денанттығы* немесе координациялық сыйымдылығы бірден жоғары, яғни мұндай лиганд полидентатты болып табылады. Мысалы  $H_2O$ ,  $NH_3$ , галоген-иондары, цианид-иондары әрдайым монодентатты болса, онда сульфат-, карбонат-иондары, этилендиамин молекуласы бидентатты болып табылады.

Қазіргі кезде комплексті қосылыстарды оларды түзетін лигандтар типіне сәйкес жіктейді.

1. Құрамында молекулалық монодентантты лигандтар бар комплекстер:

а) аквакомплекс (немесе гидраттар), лигандтар-молекула  $H_2O$ .

Мысалы:  $[Al(H_2O)_6]Cl_3$ ,  $[Ca(H_2O)_6]Cl_2$ .

б) аммиакаттар, лигандтар- аммиак молекулалары болып табылады:

$[Ag(NH_3)_2]Cl$   $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

в) металдардың карбонилдері; лиганд-көміртек монооксидінің молекулалары.

Мысалы:  $[Fe(CO)_5]$ ,  $[W(CO)_6]$ , мұндай комплекстердің электрлік заряды жоқ.

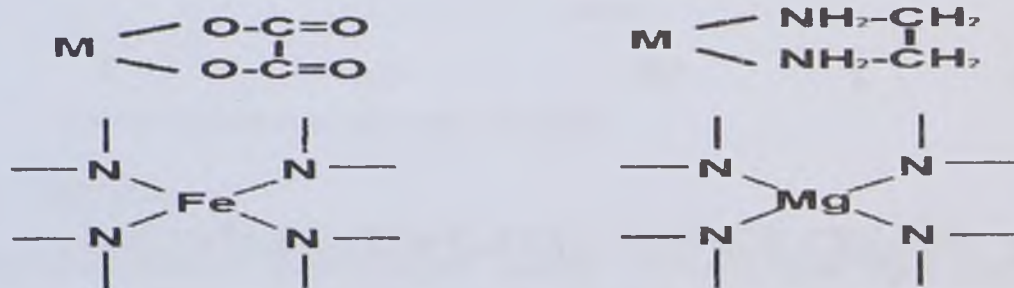
2. Құрамында иондық лигандтар бар комплекстер:



а) ацидокомплексстер  $[AlF_6]^{3-}$   $[Fe(CN)_6]^{3-}$

б) гидроксокомплексстер  $[Al(OH)_6]^{3-}$ ,  $[Zn(OH)_4]^{2-}$ ,  $[Sn(OH)_6]^{2-}$

3. Циклді немесе хелатты комплексстер, құрамында би- немесе полидентатты лигандтар бар:



### Комплексті қосылыстардың номенклатурасы.

1960 жылы ИЮПАК комплексті қосылыстарының жаңа номенклатурасын жария етті. Комплексті қосылыстарды үш топқа бөлді.

1. Комплекстік катиондары бар қосылыстардың аттары. Ішкі сфераларда лигандалар электронейтралды молекула болса, грек тілінде көрсетеді (2-ди, 3-три, 4-тетра, 5-пента, 6-гекса, 7-гепта, 8-окта т.с.с.). Ішкі сфераға кіретін анион-лигандаларды атау үшін, олардың әрқайсысының атына «о» әрпін қосып айтады. Мысалы: Br<sup>-</sup> - бром, O<sup>2-</sup> - оксо, N<sup>3-</sup> - нитридо т.б. Осыдан кейін комплекс түзушінің атын ілік септігінде атап, оның атынан кейін рим сандарымен жақша ішінде комплекс түзушінің зарядын көрсетеді. Ең соңында сыртқы сфераның анионының атына «ы» әрпін қосып оқиды.

Мысалы:

$[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$  - хлоропентаамминкобальт(III) сульфаты

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$  - гексааквахром (III) хлориді

$[Cu(NH_3)_4]SO_4$  - тетрааминомыс (II) сульфаты

2. Құрамында комплексті анион болатын комплекстің жүйелік аты. Мұнда алдыменілік септігінде сыртқы сфераның катионының атын, содан соң лигандалардың аттарын атайды. Одан кейін комплекс түзушінің латын

тіліндегі атына «аты» деген жұрнақ қосып, соңынан жақша ішіне рим сандарымен оның тотығу дәрежесін көрсетеді.

Мысалы:

$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ -натрий гексанитрокобальтаты (III)

$\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ - натрий гексагидроксоалюминаты (III)

3. **Сыртқы сферасы жоқ нейтрал комплекстердің аттары.** Ол үшін алдымен лигандалардың аттарын, содан кейін атау септігіндегі комплекс түзушінің қазақша аты оқылады.

Мысалы:

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ -тринитротриаминкобальт (III)

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Br}_4]$ - тетрабромодиаминплатина (IV)

Комплексті қосылыстың диссоциациясы екі сатыда өтеді. Бірінші сатыда (біріншілік диссоциациялану) комплексті қосылыстар сулы ерітіндіде сыртқы және ішкі сфераларға диссоциацияланады. Бұл сатыда диссоциация қайтымсыз жүреді (күшті электролиттер диссоциациясына ұқсас), екінші сатыда түзілген комплексті ион аз мөлшерде (әлсіз электролит сияқты) диссоциацияланады.

Мысалы:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \leftrightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$  - біріншілік диссоциация

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \leftrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$  - екіншілік диссоциация

Тепе-теңдік жағдайы үшін әрекеттесуші массалар заңын қолданып

$$K_{\text{т-сыз}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]} = 6,08 \cdot 10^{-8}$$

және диссоциациялану константасы *тұрақсыздық константасы* деп аталады. Неғұрлым тұрақсыздық константасының мәні кіші болса, соғұрлым ерітіндідегі иондар концентрациясы азырақ, яғни комплексті ион тұрақты. Мысалы, біртекті қосылыстар үшін:

$K_{\text{тұрақсыз}}$	$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$	$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$
	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,08 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-13}$	$1 \cdot 10^{-21}$



комплекстің тұрақтылығы  $[Ag(CN)_2]^-$  комплексті ионнан  $[Ag(CN)_2]^-$  комплексті ионға дейін артады.

Тұрақсыздық константаның шамасына кері шаманы *тұрақтылық константасы* деп атайды.

$$K_{\text{т-лық}} = \frac{1}{K_{\text{т-сыз}}} = \frac{[Ag][(NH_3)_2]^+}{[Ag^+] * [NH_3]^2}$$

$K_{\text{тұрақтылық}}$  неғұрлым үлкен болса, комплекс соғұрлым тұрақты.

### Комплексті қосылыстардың изомериясы

Изомерия деп құрамы және молекулалық массасы бірдей, ал молекула құрылысы, химиялық және физикалық қасиеттері әртүрлі қосылыстар болатын құбылысты айтады. Комплексті қосылыстар үшін изомерияның келесі түрлері тән:

1. *Сольватты (гидратты)* изомерияның негізінде су (еріткіш) молекулаларының сыртқы және ішкі координациялық сфера арасында әртүрлі таралуында жатады.



гексааквахром (III) хлориді



хлоропентааквахром(III)

моногидрат хлориді



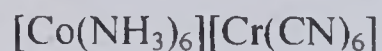
дихлоротетрааквахром(III)

дигидрат хлориді

2. *Ионизациялық изомерия* табиғаты әр текті иондардың сыртқы және ішкі координациялық сфераларда әртүрлі таралуына байланысты туындайды, осыған байланысты осы қосылыстың диссоциация сипаты өзгереді:



3. *Координациялық изомерия* лигандтар комплексті анион мен комплексті катион арасында әртүрлі орналасуына байланысты:



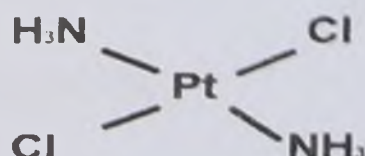
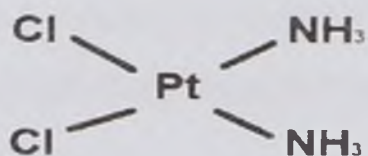
гексааминкобальт (III)

гексааминхром (III)

гексацианохроматы (III)

гексацианокобальтаты (III)

4. Геометриялық изомерия координациялық саны 4 және 6,2-ден төмен емес әртүрлі лигандтары бар қосылыстарға тән.



### Цис-диамминдихлороплатина транс-диамминдихлороплатина

Химиялық құрамы әртүрлі, лигандтар саны неғұрлым көп болса, солғұрлым изомерлерде көп болады.

5. Оптикалық изомерия, комплексті қосылыстардың молекуласының ассиметриялығына байланысты, екі түрлі изомері болуы мүмкін: L-изомер сәуленің бағытын солға айналдыратын, D-изомер сәуле бағытын оңға айналдыратын изомер.

Комплексті қосылыстар тірі организмдер тіршілігінде аса маңызды, әр түрлі қызмет атқарады (энергия мен сан алуан заттардың жиналуы мен қозғалысына, химиялық байланыстардың түзілуі мен ыдырауына, тыныс алу үрдісіне, фотосинтезге, биологиялық тотығу мен ферменттік катализге катысады). Көптеген комплексті қосылыстар-витамин В<sub>12</sub>, гемоглобин, хлорофилл және т.б. физиологиялық және биохимиялық процестерде негізгі роль атқарады. Адам организмдегі гемоглобин сияқты, өсімдіктер тіршілігінің себепкері – хлорофилл - Mg<sup>2+</sup> ионының комплексті қосылысы. Кобальт анемияға (канның аздығы) қарсы қолданылатын В<sub>12</sub> витаминдегі комплексті қосылыстың орталық атомы болып есептеледі. Диабет ауруын емдеу үшін қолданылатын белгілі препарат инсулин-мырыштың комплексті қосылысы. Трилон Б (этилендиаминтетрасірке қышқылының екі натрийлі тұзы) адам организмнен улы металл иондарын, радиоактивті заттардың, олардың ыдырағанда түзетін заттарын шығаруға кеңінен қолданылады. Сондықтан, адам организмi үшін комплексті қосылыстардың маңызы зор.



## Тесттік тапсырма

1. Комплексті қосылысты көрсет

- A.  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$
- B.  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
- C.  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$
- D.  $\text{KNaSO}_4$
- E.  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

2. Халықаралық номенклатура бойынша келесі комплексті қосылысты ата  
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]\text{Cl}$

- A) хлоротриамминплатина (II)хлориді
- A. тиаминохлороплатинат хлор
- B. дихлортриамминплатинат
- C. хлоротриамминплатина
- D. хлороаминоплатина (II)

3. Халықаралық номенклатура бойынша келесі комплексті қосылысты ата  
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$

- A. сульфат бромопентаамминкобальт (III)
- B. сульфат бромоамминкобальт (III)
- C. бромопентаамминкобальтаты
- D. бромоамминкобальтат
- E. бромопентаамминкобальт(III) сульфаты

4. Халықаралық номенклатура бойынша келесі комплексті қосылысты ата  
 $\text{Ba}[\text{Cr}(\text{NH}_3)(\text{SCN})_5]$

- A. пентароданоамминхромат (III) барий
- B. роданоамминхромат барий
- C. баридің пентароданоамминхроматы (III)
- D. барит роданоамминхрома
- E. пентароданоаммин хром

5. Халықаралық номенклатура бойынша келесі комплексті қосылысты ата  
 $(\text{NH}_4)_2[\text{Pt}(\text{OH})_2\text{Cl}_4]$

- A. тетрахлородигидроксиплатинат (IV) аммоний  
B. аммонийдің тетрахлородигидроксиплатинаты (IV)  
C. аммиакат тетрахлородигидроксиплатина (IV)  
D. тетрахлорид аммоний  
E. гидроксихлорид платина
6. темір (II) координациялық саны нешеге тең  
A. 6  
B. 5  
C. 4  
D. 3  
E. 2
7. Темір (III) координациялық саны нешеге тең  
A. 6  
B. 7  
C. 8  
D. 5  
E. 4
8. Платина (II) координациялық саны нешеге тең  
A. 4  
B. 6  
C. 2  
D. 3  
E. 5
9. Платина (IV) координациялық саны нешеге тең  
A. 6  
B. 7  
C. 8  
D. 5  
E. 4
10.  $[\text{Co}^{+3}(\text{NH}_3)_4(\text{CN})_2]^x$  комплексті ионның заряды нешеге тең



- A. +1
- B. +2
- C. +3
- D. 0
- E. -2

11.  $[\text{Cu}^{+2}(\text{NH}_3)_2(\text{CN})_2]^x$  комплекс заряды нешеге тен

- A. 0
- B. -2
- C. -1
- D. +1
- E. +2

12.  $[\text{Pt}^{+4}(\text{NH}_3)(\text{CN})_5]^x$  комплекс заряды нешеге тен

- A. -1
- B. -2
- C. 0
- D. +1
- E. +2

13.  $[\text{Cr}^{+3}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]^x$  комплекс заряды нешеге тен

- A. -1
- B. -2
- C. 0
- D. +1
- E. +2

14. Төменде көрсетілген комплекстің қайсысы тұрақты, егерде олардың константа тұрақтылықтары төмендегіге тең болса

- A.  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- K_n=1.1 \cdot 10^{-21}$
- B.  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{3-} K_n=1.0 \cdot 10^{-13}$
- C.  $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]^- K_n=1.4 \cdot 10^{-11}$
- D.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ K_n=6,8 \cdot 10^{-8}$
- E.  $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^- K_n=1.3 \cdot 10^{-3}$

15. Төменде көрсетілген комплекстің қайсысы тұрақты, егерде олардың константа тұрақтылықтары төмендегіге тең болса

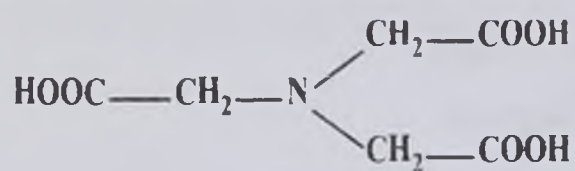
- A.  $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^- \quad K_n = 1,3 \cdot 10^{-3}$
- B.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \quad K_n = 6,8 \cdot 10^{-8}$
- C.  $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]^- \quad K_n = 1,4 \cdot 10^{-11}$
- D.  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{3-} \quad K_n = 1,0 \cdot 10^{-13}$
- E.  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \quad K_n = 1,1 \cdot 10^{-21}$

## 12. Комплексонометриялық титрлеу

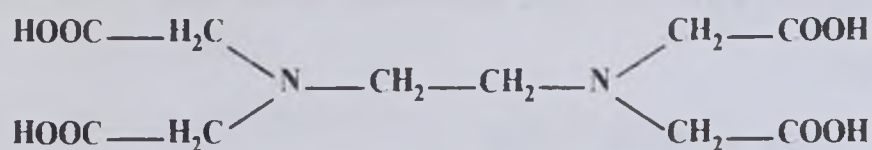
Көлемдік анализде комплексті қосылыстардың түзілуіне әкелетін реакциялар жиі қолданылады. Комплексті қосылыстар түзетін реакцияларды титриметриялық әдісте қолдану үшін олар жылдам және кклемді түрде жүру керек. Комплексонометриялық әдіс бұрын аз қолданылатын, комплекс түзуші иондар ретінде  $\text{CN}^-$ ,  $\text{F}^-$  және басқалары пайдаланылған.

Комплексонометрия әдісі аминді-поликарбон қышқылдары мен олардың тұздары (комплексондар) практикаға енген кезден бастап кең қолданыла бастады. Мысалы,

1. Комплексон I – нитрилтрисірке қышқылы:

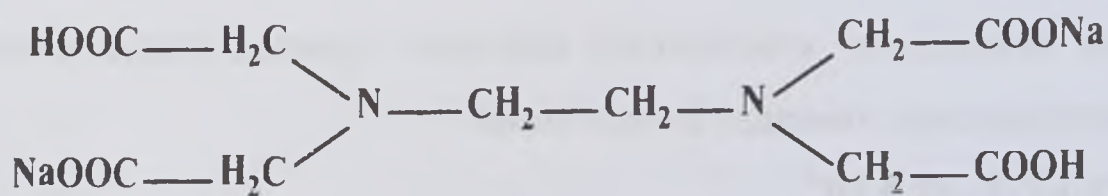


2. Комплексон II – этилендиаминтетрасірке қышқылы:



3. Комплексон III (трилонБ) – этилендиаминтетрасірке қышқылының динатрийлы тұзы:

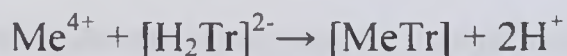
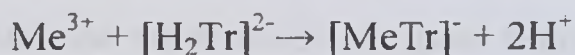




немесе қысқартылған түрде  $\text{Na}_2[\text{H}_2\text{Tч}]$  немесе ЭДТА.

Көптеген екі зарядты катиондармен Трилон Б берік болып келген, суда еритін ішкі комплексті қосылыстар түзеді. Олардың үзілу үрдісінде металл катиондары карбоксил тобындағы сутегі атомдарының арасында координациялық байланыс түзіледі.

Металл иондарын трилон Б-мен титрлегенде мынандай реакциялар жүреді:



$[\text{H}_2\text{Tr}]^{2-}$  - этилендиаминтетрасірке қышқылы динатрийлы тұзының анионы.

Комплексометрия әдісінде эквиваленттік нүктені анықтау үшін арнайы қолданылатын индикаторлар металды индикаторлар деп аталады. Олардың ішінде аса маңыздылары хромоген кара (немесе эриохром кара Т), қышқылдық хром кара көк (ХҚК) және мурексид.

Маңызды мысалдың бірі комплексометриялық титрлеуді судың кермектілігін анықтауда қолдану болып табылады.

### Зертханалық жұмыс

#### Комплексометриялық титрлеу

#### ЭДТА ерітіндісін дайындау

250 см<sup>3</sup> 0,1н (0,05М) ЭДТА ерітіндісінің өлшемін дайындау үшін келесі формула бойынша есептейді:

$$a = NЭW/1000$$

Мұндағы:

a - ЭДТА өлшемі

N - нормальдылығы

Э -эквивалент

W - ерітіндінің көлемі

эквиваленттік масса молярлық массаның жартысына тең (186,12г/моль).  
Өлшемді аптекалық таразыда өлшеп, сиымдылығы 250 см<sup>3</sup> өлшеуіш цилиндрға салып су құйып ерітеді, содан кейін суды белгіге дейін жеткізіп, жақсылап араластырады да шыны ыдысқа құяды.

#### **Металдық мырыш затының стандартты ерітіндісін дайындау**

х.т. дәл мырыш металл өлшемін алу үшін сиымдылығы 250см<sup>3</sup> өлшеуіш колбада 250см<sup>3</sup> 0,1н. ерітіндісін 10см<sup>3</sup> 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітеді де, сумен белгіге дейін жеткізіп, жақсылап араластырып шыны ыдысқа құяды.

Концентрацияны келесі формула бойынша есептейді:

$$C(1/2Zn) = a1000/(WЭ)$$

#### **Магний сульфаты затының стандартты ерітіндісін дайындау**

Сиымдылығы 100 см<sup>3</sup> өлшеуіш колбада MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O дәл өлшемінен ерітінді дайындайды.

#### **ЭДТА ерітіндісінің стандартизациясы**

Титрлеуге арналған колбаға 15,00см<sup>3</sup> мырыш немесе магний сульфатының дайын ерітіндісін құйып, 5см<sup>3</sup> аммиакты буфер ерітіндісін қосамыз, 50см<sup>3</sup> су, ~0,03г қышқылдық хром кара көк индикаторын күлгін-көк түске ауысқанша қосу керек. ЭДТА ерітіндісінің нормальдылығын және сынама коэффициентін келесі формула бойынша есептейді:

$$N_A V_A = N_B V_B$$

$$K = N_{\text{нақты}}/N_{\text{теор}}$$

Мұндағы:

N<sub>a</sub> –MgSO<sub>4</sub> нормальдылығы

V<sub>a</sub> - MgSO<sub>4</sub> көлемі

N<sub>нақты</sub>- ЭДТА нақты нормальдылығы

N<sub>теор</sub>- ЭДТА түзету нормальдылығы

N<sub>b</sub>-ЭДТА нормальдылығы

V<sub>b</sub> –ЭДТА көлемі

K- сынама коэффициент



### Ерітіндідегі мырыш сульфатын анықтау

Қорытынды ерітіндісін сиымдылығы 100 см<sup>3</sup> өлшеуіш колбаға құйып, сумен белгіге дейін жеткізіп, жақсылап араластырады. Титрлеуге арналған колбаға 15,00 см<sup>3</sup> ерітіндіні құйып, 5 см<sup>3</sup> аммиакты буферерітіндісін, 50 см<sup>3</sup> су, ~0,03г қышқылдық хром кара көктіақырындап, тамшылатып, жақсылап араластыра отырып қосып, ЭДТА ерітіндісімен қызыл түстен күлгін-көк түске өткенге дейін титрлейді. Мырыш сульфаты құрамын (г) келесі формула бойынша есептейді:

$$g_A = N_B V_B \text{Э}_A 100 / (10000 a_A)$$

Мұндағы:

$g_a$  - ZnSO<sub>4</sub> өлшемі

$N_B$  - ЭДТА нормальдылығы

$V_B$  - ЭДТА көлемі

$\text{Э}_A$  - ZnSO<sub>4</sub> эквиваленті

$a_A$  - бастапқы өлшем

### Ерітіндіден кальций мен магнийдің массасын бірге анықтау

Кальций мен магний қоспасы өлшемін аптекалық таразыда өлшеп, аналитикалық таразыда тексеріп, сиымдылығы 200 см<sup>3</sup> өлшеуіш колбаға салып ерітеді, белгіге дейін сумен толтырып араластырады. Бірінші кальцийді анықтайды. Дайын болған ерітіндінің бөлігін (15,00 см<sup>3</sup>) титрлеу колбасына құйып, 50 см<sup>3</sup> су қосып, 10 см<sup>3</sup> 1н NaOH, ~ 0,03г мурексидті қызғылт түске боялғанша жайлап тамшылатып қосып араластырады. ЭДТА (трилон Б) ерітіндісімен қызғылт түстен күлгін түске өткенше титрлейді. Жұмсалған ерітіндінің көлемін ( $V_1$ ) жазып алады. Кальцийдің құрамын  $T_{\text{ЭДТА/Са}} = 0,002004$  г/см<sup>3</sup> колданып келесі теңдеу бойынша есептейді:

$$g_A = K T_{B/A} V_B W_A 100 / (V_A a_A),$$

Содан кейін, кальций мен магнийді біруақытта титрлеуге кеткен ЭДТА ерітіндісінің көлемін анықтаймыз. 15,00 см<sup>3</sup> қорытынды ерітіндісіне, 5 см<sup>3</sup> аммиакты буфер ерітіндісін, 50 см<sup>3</sup> су ~ 0,03г кара-көк қышқылды хром индикаторлы қоспасын, ақырындап, тамшылата отырып, жақсылап

араластырып қосамыз. Стандартты ЭДТА ерітіндісімен қызыл түстен көк түске өткенше титрлейміз. Жұмсалған ерітінді көлемі( $V_2$ ) жазып алады. Онда магнийді титрлеу үшін кеткен ЭДТА ерітіндісінің көлемі  $V_2 - V_1$  Магнийдің (%) құрамын,  $T_{\text{ЭДТА/Mg}} = 0.001215 \text{ г/см}^3$  колданып есептейді.

### Судың жалпы кермектілігін анықтау

Пипеткамен  $25,00 \text{ см}^3$  құбыр суын өлшеп аламыз да, сиымдылығы 200 – 250  $\text{см}^3$  титрлеу колбасына құямыз,  $25,00 \text{ см}^3$  дистилденген су қосып одан кейін 5  $\text{см}^3$  аммиқты буфер ерітіндісін қосамыз. Дайын болған қоспаға  $\sim 0,03 \text{ г}$  қышқылдық хром кара көкті жайлап қосады да, жақсылап шайқап, стандартты ЭДТА ерітіндісімен қызыл түстен көк-таңқурай түске өткенше титірлейді. Жалпы судың кермектілігін ( $\text{мэкв/дм}^3$  градушта) төменгі формула арқылы есептейді.

$$Ж = N_{\text{ЭДТА}}/V_{\text{ЭДТА}} \cdot K1000/V_{\text{H}_2\text{O}};$$

$$Ж = N_{\text{ЭДТА}}/V_{\text{ЭДТА}} \cdot K1000 \cdot 2,8/V_{\text{H}_2\text{O}}$$

### Тесттік тапсырма

1. Комплексометриялық титрлеудің негізгі шарты

A. ерітіндінің белгілі аликвотасы

B. қышқылды-негізді индикатор

C. буферлік ерітіндіні қолдану

D. белгілі температуралық ереже

E. белгілі ыдыс

2. Металл иондарымен трилон Б өзара іс-әрекеті сәйкес келетін теңдеу

A.  $\text{Me} + \text{Tr} \rightarrow \text{MeTr}$

B.  $\text{Me}^{2+} + \text{Tr}^{2-} \rightarrow \text{MeTr}$

C.  $\text{Me}^{2+} + \text{H}_2\text{Tr}^{2-} \rightarrow \text{MeTr}^{2-} + 2\text{H}^+$

D.  $\text{Me}^{2+} + \text{H}_2\text{Tr} \rightarrow \text{MeTr} + 2\text{H}^+$

E.  $\text{Me}^{2+} + \text{Tr}^{2-} \rightarrow \text{MeH}_2\text{Tr}$

3. Титрометриялық әдістердің қайсысында буферлік ерітіндіні міндетті түрде қолданады



A. бейтараптану

B. комплексонометрия

C. оксидиметрия

D. потенциометрия

E. кондуктометрия

4.  $Me^{2+} + H_2Tr^{2-} \rightarrow MeTr^{2-} + 2H^+$  титриметриялық анализ әдісіне сәйкес

келетін реакция

A. бейтараптану

B. комплексонометрия

C. оксидиметрия

D. потенциометрия

E. кондуктометрия

5. Қандай титриметриялық анализ әдісінде Трилон Б жұмыс ерітіндісі

болып табылады

A. комплексонометрия

B. бейтараптану

C. оксидиметрия

D. потенциометрия

E. кондуктометрия

6. Қандай титриметриялық анализ әдісінде металл индикаторларын

пайдаланады

A. Комплексонометрия

B. Бейтараптану

C. Оксидиметрия

D. Потенциометрия

E. кондуктометрия

7. Комплексонометриялық титрлеуде міндетті түрде буферлі ерітіндіні не

үшін пайдаланады

A. Бөлінген сутек катиондарын байланыстыру

B. Бөлінген гидроксил аниондарын байланыстыру

C. Бөлінген металл катиондарын байланыстыру

D. Трилон Б байланыстыру

E. Индикатормен байланыстыру

8. Комплексометриялық әдіспен қай ионды анықтауға болады

A.  $H^+$

B.  $K^+$

C.  $Na^+$

D.  $OH^-$

E.  $Mg^{2+}$

9. Комплексометриялық әдіспен қай ионды анықтауға болады

A.  $H^+$

B.  $K^+$

C.  $Na^+$

D.  $OH^-$

E.  $Co^{2+}$

10. Комплексометриялық әдіспен қай ионды анықтауға болады

A.  $H^+$

B.  $K^+$

C.  $Na^+$

D.  $OH^-$

E.  $Ti^{2+}$

11. Комплексометриялық әдіспен қай ионды анықтауға болады

A.  $H^+$

B.  $K^+$

C.  $Na^+$

D.  $OH^-$

E.  $Ca^{2+}$

12. Магний дәрі-дәрмектерін анықтау үшін пайдаланады

A. Бейтараптану әдісі

B. оксидиметрия



С. тұндыру әдісі

D. комплексонометрия

Е. кондуктометрия

13. Висмуттың дәрі-дәрмектерін анықтау үшін қолданады

A. Бейтараптану әдісі

B. оксидиметрия

С. тұндыру әдісі

D. комплексонометрия

Е. кондуктометрия

14. Кобальттың дәрі-дәрмектерін анықтау үшін қолданады

A. Бейтараптану әдісі

B. оксидиметрия

С. тұндыру әдісі

D. комплексонометрия

Е. кондуктометрия

### 13. Атом құрылысы

19 ғасырдың аяғы 20 ғасырдың басында атом құрылысының ашылуы мен зерттелуінің келесі моделін ұсынуға мүмкіндік берді:

1. Орталықта оң зарядталған ядро табылады.

2. Барлық оң заряд (бөлшектер - протондар) және барлық масса ядрода жұмылдырылған.

3. Ядро протондардан және нейтрондардан тұрады (жалпы атауы - нуклондар).

4. Ядроның айналасында, оны айналып электрондар жүреді. Сонымен қатар ядроның оң заряды мен электрон саны тең. Егер белгілесек:

A—массалық сан.

Z—ядро заряды, протондар санына тең.

N—нейтрондар саны.

Онда:  $Z = A - N$ ;  $N = A - Z$  және  $A = Z + N$

Атомның қазіргі үлгісіне сәйкес, атомның ядросы әркелкі тығыздықтағы электрондық бұлтымен қоршалған. Бұлттың пішіні әртүрлі болуы мүмкін. Атомды орбиталь – бұл электронның жүру мүмкіндігі жоғары болатын атомдық кеңістіктің бөлігі.

Атомдағы электронның жағдайын квант сандарымен анықтайды, квант саны төртеу:  $n, l, m_l, m_s$ .

Бас квант саны  $n$ :

- электрон айналып жүрген орбитаның қандай энергетикалық деңгейде, оның ядродан қаншалықты қашықтықта екенін көрсетеді.

- мәні бүтін сандар  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

Қосымша (орбиталь) квант саны:

- электрон қабатының пішінін сипаттайды:

- берілген деңгей аумағындағы электрондардың әртүрлі энергетикалық күйін көрсетеді;

- берілген деңгейдегі электрондардың деңгейшелер бойынша таралуын анықтайды;

- мәні 0-ден  $n-1$  дейінгі бүтін сандар  $l = 0, 1, \dots, n-1$ ;

$n = 1 \quad l = 0 \quad s$  – орбиталь;

$n = 2 \quad l = 1 \quad p$  – орбиталь;

$n = 3 \quad l = 2 \quad d$  – орбиталь;

$n = 4 \quad l = 3 \quad f$  – орбиталь.

Магниттік квант саны  $m_l$ :

- электронның ядро өрісіндегі қозғалысынан туындайтын магниттік моментін сипаттайды;

- электрон қабатының кеңістіктегі кез-келген бағыттармен (өзара перпендикуляр осьтер- $x, y, z$ ) салыстырғанда орналасуын анықтайды;

-  $-l$ -ден  $+l$ -ге дейін нөлді қоса есептегенде, тұтас сандағы мәндерді қабылдайды.

$m$  мәндерінің саны  $m = 2l + 1$  формула бойынша анықталады.

Мысалы:



Егер  $l = 0$ , болса  $m_l = 2 \cdot 0 + 1 = 1$ .

Алынатын  $m_l$  мәнінің саны электрондық ұяшықтарды санына сәйкес келеді.

s:  $l = 0$ ; болса  $m_l = 2 \cdot 0 + 1 = 1$ ;  $m_l = 0$ ;

p:  $l = 1$ ; болса  $m_l = 2 \cdot 1 + 1 = 3$ ;  $m_l = -1; 0; 1$ ;

d:  $l = 2$ ; болса  $m_l = 2 \cdot 2 + 1 = 5$ ;  $m_l = -2; -1; 0; +1; +2$ ;

f:  $l = 3$ ; болса  $m_l = 2 \cdot 3 + 1 = 7$ ;  $m_l = -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3$ .

Спин квант саны  $m_s$  - спин – электронның тағы бір қасиеті, ол ядроны айналуымен қатар, өз осінде де ұршықша үйіріледі.

Өз осінде бір электрон бір бағытта айналса, екіншісіне қарама-қарсы бағытта айнала алады. Электронның өз осінде айналуы да электронды магниттік момент туғызады, бұл қасиет те кванталады, яғни бірінен екіншісінің айырымы бүтін сан болуы керек. Сондықтан спин квант санының екі ғана мәні болады және олар  $+1/2$  мен  $-1/2$ . Спин электронның график түрінде бағдаршамен бейнелейді:  $\uparrow\uparrow$  - параллельді спиндер (бір бағытта айналады);  $\uparrow\downarrow$  - антипараллельді спиндер (әртүрлі бағытта айналады).

Электрондардың қандай қабатта, қандай қаптарда орналасуы төмендегі жағдайлармен тығыз байланысты.

1. Паулидің принципі – бір атомның ішінде барлық жағынан ұқсас екі электрон болуы мүмкін емес, яғни атомдағы 2 электронның 4 квант санының төртеуі бірдей болмайды. Осы ереженің маңызды салдары мынада: әр орбитальда антипараллель спиндері бар ( $m_s$  квант санының таңбасы әртүрлі) екі электронның болуы.

2. Гунд ережесі- бойынша белгілі бір деңгейшедегі электрондардың спин сандарының қосындысы максимум болуы керек, яғни орбитальдар жеке электрондармен толтырылып, содан кейін жұптастырылады:

3. Клечковский ережелеріне сәйкес басты және қосымша квант сандарының мәні іскен сайын электронның энергиясы да жоғарылайды, яғни деңгейшелер  $n+1$  ісу бағытында толтырылады.

Мысалы:  $E = n + l$

$$\begin{array}{ccc}
 3p & 3d & 4s \\
 n=3 & n=3 & n=4 \\
 l=1 & l=2 & l=0 \\
 E=4 < & E=5 > & E=4
 \end{array}$$

Егер екі деңгейшедегі  $n + l$  бірдей болса, олар басты квант санының ісу бағытында толтырылады. Мысалы :

$$\begin{array}{ccc}
 3p & & 4s \\
 n=3 \quad l=1 & & n=4 \quad l=0 \\
 E=4 & = & E=4
 \end{array}$$

$3 < 4$ , сол себепті бірінші  $3p$ , содан кейін  $4s$  толтырылады.

### Тесттік тапсырма

1. Атомдағы электрондардың күйін сипаттау үшін қандай квант санын қолданады:

- A. 4
- B. 3
- C. 2
- D. 1
- E. дұрыс жауабы жоқ

2. Белгілі энергетикалық деңгейде электронның энергиясын сипаттайтын квант саны қалай аталады:

- A. Бас
- B. қосымша (орбиталь)
- C. магнит
- D. спин
- E. дұрыс жауабы жоқ

3. Кеңістікте электрон бұлттарының бағытталу мүмкіндігін сипаттайтын квант саны қалай аталады:

- A. Бас
- B. қосымша (орбиталь)
- C. магнит



D. спин

E. дұрыс жауабы жоқ

4. Өз өсінде электронның айналуын сипаттайтын квант саны қалай

аталады:

A. Бас

B. қосымша (орбиталь)

C. магнит

D. спин

E. дұрыс жауабы жоқ

5. Бас квант саны қандай мәндерді қабылдайды:

A.  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$

B.  $l = 0, \dots, n - 1$

C.  $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$

D.  $m_s = \pm \frac{1}{2}$

E. дұрыс жауабы жоқ

6. Қосымша (орбиталь) квант саны қандай мәндерді қабылдайды:

A.  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$

B.  $l = 0, \dots, n - 1$

C.  $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$

D.  $m_s = \pm \frac{1}{2}$

E. дұрыс жауабы жоқ

7. Магнит квант саны қандай мәндерді қабылдайды:

A.  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$

B.  $l = 0, \dots, n - 1$

C.  $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$

D.  $m_s = \pm \frac{1}{2}$

E. дұрыс жауабы жоқ

8. Спин квант саны қандай мәндерді қабылдайды:

A.  $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$

B.  $l = 0, \dots, n - 1$

C.  $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$

D.  $m_s = \pm \frac{1}{2}$

E. дұрыс жауабы жоқ

9. 1 орбиталь қандай мәнде s-орбиталь деп аталады:

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

E. дұрыс жауабы жоқ

10. 1 орбиталь қандай мәнде p-орбиталь деп аталады:

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

E. дұрыс жауабы жоқ

11. 1 орбиталь қандай мәнде d-орбиталь деп аталады:

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

E. дұрыс жауабы жоқ

12. 1 орбиталь қандай мәнде f-орбиталь деп аталады:

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

E. дұрыс жауабы жоқ

13.  $l = 0$  кезде  $m_l$  қандай мәнді қабылдайды:

A. 1

B. 3



C. 5

D. 7

E. дұрыс жауабы жок

14.  $l = 1$  кезде  $m_l$  кандай мәнді қабылдайды:

A. 1

B. 3

C. 5

D. 7

E. дұрыс жауабы жок

15.  $l = 2$  кезде  $m_l$  кандай мәнді қабылдайды:

A. 1

B. 3

C. 5

D. 7

E. дұрыс жауабы жок

#### 14. Химиялық байланыс

Химия ғылымында химиялық байланыс деген түсінік қазіргі таңда ең терең, ең мағыналы болып табылады. Физико-химиялық өнімдер болсын, олардың бәрі химиялық құрылымымен сипатталады. Қазіргі кезде химиялық құрылым деген сөздің астарында қаншама мағынаның жатқанын байқаймыз: реттілік, ұзындық, қысқалылығы және байланыстың энергиясы атомдардың құрылымы тағысын тағы осылардың бәрін біз химиялық құрылым деген сөзбен байланыстырамыз. Бірақ, химиялық құрылымды оқыған кезімізде ең негізгісі химиялық байланыс деген ұғыммен таныс болуымыз қажет.

Қаншама жылдар бойы, осы химия ғылымы пайда болған кезден бастап, элементтердің байланысы мен олардың атомдық құрылысы ғалымдарды көп толғандырған болатын. 19 ғасырдың басында Клод Луи, К. Бертолле: "Химиялық байланыс түзілуінің гравитациялық". 1810 жылы Йёнс Якоб Берцелиус: "Электрхимиялық байланыс". 1861 жылы орыс ғалымы Александр Михайлович Бутлеров: "Заттардың химиялық құрылыс

теориясын”.1916 жылы ағылшын ғалымы Гилберт Ньютон Льюис: “Электрондық теорияларын” ұсынды.Химиялық байланыс өзіндік ерекшеліктері бола тұра бір негізге келіп тіреледі, атомдардың химиялық қосылыс түзіп әрекеттесуі.Яғни,химиялық байланыс — атомдардың химиялық қосылыс түзіп әрекеттесуі.

Элементтердің валенттілігіне қарап химиялық формулаларды жазуға болады. Валенттілік теориясының дамуындағы жаңа кезең атомның кванттық-механикалық теориясының жасалуымен байланысты. Валенттіліктің кванттық-механикалық теориясы бойынша элементтердің химиялық қасиеті және олардың валенттілік атомның сыртқы электрон қабатының құрылысына байланысты. Атомдар өзара әрекеттесіп химиялық байланыс түзулеріне тек сыртқы электрондық қабақтағы электрондар қатысады.

Валентті байланыс әдісінің негізгі жағдайлары:

Химиялық байланыс қарама қарсы бағыттағы екі электроннан түзіледі.

Атомның тіркемінің тәуелділігіне байланысты,молекула түзетін химиялық байланыстар төртке бөлінеді.

\* **иондық**

\* **ковалентті**

\* **металдық**

\* **сутектік**

Электровалентті немесе иондық байланыс (гетерополярлы) байланыс

Иондық байланыс - иондардың арасында электрстатикалық тартылыс күшінің әсерінен түзілетін байланыс, яғни валенттік электрондарды қосып алу немесе беріп жіберу мүмкіншіліктерінде аса көп айырмашылық бар атомдар арасында пайда болады.

Оң зарядты иондар - *катиондар*, ал теріс зарядты иондар - *аниондар*.

Нағыз металдар (I, IIA) мен нағыз бейметалдардың (VI-VIIA) арасында иондық байланыстар түзіледі.Иондық байланыс тұздарда, негіздерде және қышқылдарда да байқалады.Иондардың зарядтары араб цифрларынан кейін көрсетіліп, элемент таңбасының оң жағын ала жазылады.



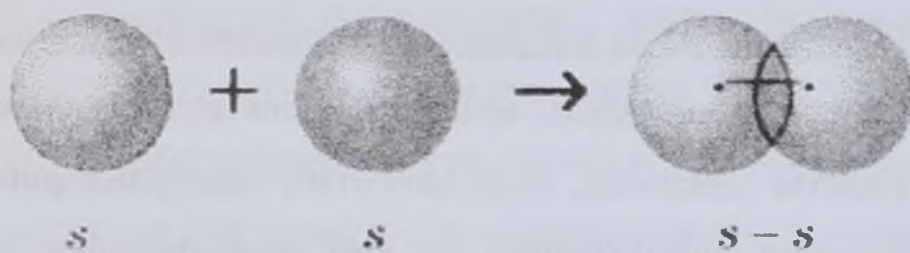
Иондық байланыстар көбінесе минералдық заттарға тән, олар тез бұзылады. Мысалы электролиттік диссоциация кезінде және осы байланыс орнынан молекула иондарға ыдырайды.

### Ковалентті байланыс

Ковалентті байланыс – ортақ электрондық жұп есебінен жүзеге асырылатын химиялық байланысты атайды. Химиялық байланыстың түзілуін электртерістілік ұғымын қолданып түсіндіруге болады.

Ковалентті байланыстың түзілуінің донорлы-акцепторлы деп аталатын механизмі бар. Донор – бұл қос екі электроны бар атом. Акцептор – бұл электрон жұбын қабылдауға қабілетті бос орбиталы бар бөлшек. Ковалентті байланысқа тән қасиеттер: қанығу, полюстену, бағытталу болып табылады. Түзілетін коваленттік байланыстың бағытына қарай сызықты, бұрышты, үшбұрышты.

Электртерістіліктері бірдей элемент атомдарының арасында ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ ) байланыста болатын сутек молекуласының түзілу мысалында қарастырайық. Сутек атомының электрондық формуласы  $1s^1$ . Сутектің электртерістілігі 2,1. S-электрондарының электрон бұлттары сфера (шар) тәрізді, олардың өзара әсерлесуін былай көрсетуге болады; сонда s электрондарының бұлттары өзара қабысып, екі электрон екі ядроға да ортақ, олардан бірдей қашықтықта орналасады.



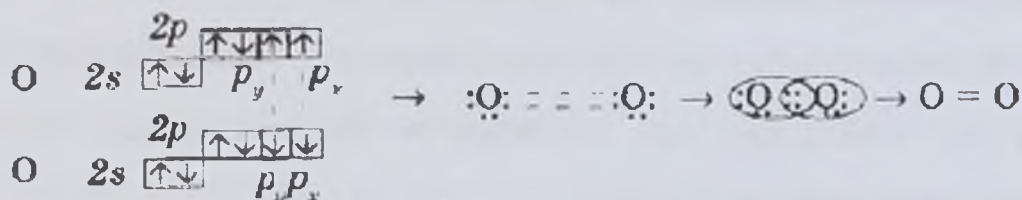
Бірдей атомдардың арасындағы байланыс полюссіз ковалентті байланыс деп аталады. Электрон бұлттары қабысуы нәтижесінде энергия бөлініп, молекула түзіледі. Бұл энергия шамасы молекуладағы байланыс беріктілігін сипаттайды, олай болса молекула жеке атомдарға қарағанда тұрақты жүйе болғаны.

*Полюссіз ковалентті байланыста байланыстырушы электрон жұбының бұлты ядролардан бірдей қашықтықта орналасады.*

Молекулалардың құрылымдық формулаларында бір электрон жұбына бір сызықшаға (-) сәйкес келеді. Сутек атомдарының валенттіліктері 1, себебі валенттік байланыс түзуге жұмсалған электрондар санымен анықталады. Сутегі молекуласындағы элементтердің тотығу дәрежелері нөлге тең, себебі атомдардың электртерістіліктері бірдей, электрондар жұптары екі элемент ядросынан бірдей қашықтықта орналасады.

Енді оттегі молекуласындағы байланыстың түзілуін қарастырайық.

Оттек атомының электрондық формуласы  $1s^2 2s^2 2p^4$ , валенттік электрондары  $2s^2 2p^4$ , электртерістілігі 3,5.

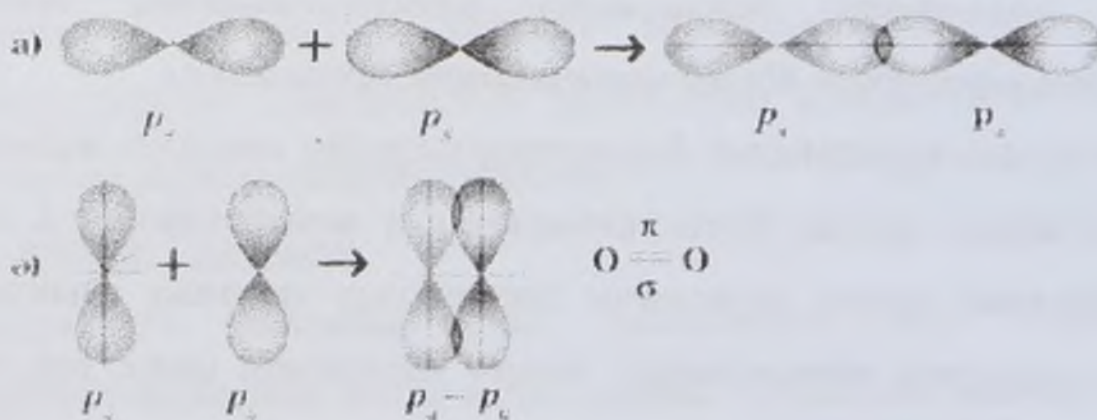


Электронды-графикалық формуласын қарасақ, валенттік электрондар саны 6, оның екеуі дара күйінде, міне, осы электрондар екінші оттек атомындағы дәл осындай электрондармен екі жұп түзеді, яғни байланыс саны екі. Енді әр атом ядросын 8 электроннан айналатын болады. Сөйтіп, бұл мысалдан да көретініміз молекула түзілгенде аяқталған 8 электронды кабаттың пайда болуы.

Оттек атомдарының тотығу дәрежелері нөлге тең, валенттіліктері II-ге тең болады. Еселі байланыс дара байланысқа қарағанда беріктеу болады.

Электрондардың электрон бұлттарының формаларын қолданып байланыстың түзілуін көрсетсек:





$\alpha$  - байланыс дегеніміз электрон бұлттарының қабысу ауданы ядролардың қосылу сызығының бойында жатқанда түзілетін байланыс (а). Ал р-байланыс — электрон бұлттарының қабысу ауданы ядроларды қосатын сызықтың екі жағында орналасқанда түзіледі (б).

Оттегі молекуласында атомдар бір-бірімен екі байланыспен байланысқан, оның бірі -  $\alpha$  болса, екіншісінің - пи –байланыс екендігін байқайсындар.

Олай болса пи -байланыс, тек қайталанған байланыстарда болса,  $\alpha$  - байланыс дара байланыс кезінде түзіледі.

Полюсті коваленттік байланыс дегеніміз байланыстырушы электрон жұбының бұлты электртерістігі басым элемент атомына қарай ығыса орналасқан байланыс.

### Металдық химиялық байланыс

Металдық химиялық байланыс — металл атомдарының сыртқы қабатындағы бос электрондар қатысуымен түзілетін байланыс. Химиялық байланыс валенттік электрондар арқылы жүзеге асады.

Химиялық байланысының негізгі сипаттамалары:

- \* байланыс энергиясы,
- \* байланыс ұзындығы,
- \* валенттік бұрыш.

Байланыс энергиясы-өзара байланысқан атомдарды не иондарды бір-бірінен ажырату үшін жұмсалатын энергия.

Байланыс ұзындығы-химиялық байланыстағы атомдар ядроларының арасындағы қашықтық.

Валенттік бұрыш-байланысқан атомдар ядролары арқылы жүргізілетін жорамал сызықтар арасындағы бұрыш. Бұл көрсеткіштер зат молекуласының құрылысын, пішінін және беріктігін сипаттайды.

### Сутектік байланыс

Сутектік байланыс-бұл бір молекуладағы оң полюстенген сутек атомы мен екінші бір молекуладағы полюстенген фтор, оттегі және азот (кейде хлор, күкірт т.б) атомы арасында түзілетін ерекше байланыс. Сутектік байланыс арқылы сұйық және қатты сулардың ассоциациясы және молекулалардың реттеле орналасуы түсіндіріледі.

Белоктар мен нуклейн қышқылдарының құрылымында молекулаішілік сутектік байланыстар ерекше мәнге ие болады.

### **Тесттік тапсырма**

1. Атомдардың әрекеттесуінен жәй және күрделі заттардың түзілуін не деп аталады ?

- A. химиялық байланыс
- B. энергияның ионизациясы
- C. электронға жақындығы
- D. электртерістілік
- E. дұрыс жауабы жоқ

2. Бөліспеген жұп электрондар доноры және бос орбиталь арқылы түзілген ковалентті байланыс тәсілін не деп атайды ?

- A. донорлы-акцепторлы
- B. ортақтасу
- C. жеке
- D. жалпы
- E. дұрыс жауабы жоқ



3. Ортақ электрон жұбының түзілу тәсілі:

- A. донорлы-акцепторлы
- B. ортақтасу
- C. жеке
- D. жалпы
- E. дұрыс жауабы жоқ

4. Әрекеттесуші атомдардың жақындасуынан электрондық бұлттарының қабысуын қалай атайды?

- A. ковалентті байланыс
- B. ионды байланыс
- C. металдық байланыс
- D. сутектік байланыс
- E. дұрыс жауабы жоқ

5. Химиялық байланыс теориясына жатады

- A. валенттілік байланыс әдісі
- B. полимеризация әдісі
- C. ионизация әдісі
- D. құрылымдық анализ әдісі
- E. дұрыс жауабы жоқ

6. Химиялық байланыс теориясына нені жатқызуға болады.

- A. молекулалық орбиталь әдісі
- B. полимеризация әдісі
- C. ионизация әдісі
- D. құрылымдық анализ әдісі
- E. дұрыс жауабы жоқ

7. Ковалентті байланысты сипаттайтын қасиет:

- A. активация көлемі
- B. байланыс ұзындығы
- C. Дебай энергиясы
- D. толқын саны

Е. дұрыс жауабы жок

8. Гомолиттік үзілу нәтижесінде түзіледі:

А. радикалдар

В. катиондар

С. аниондар

Д. дипольдар

Е. дұрыс жауабы жок

9. Гетеролиттік үзілу нәтижесінде түзіледі:

А. катиондар және аниондар

В. катиондар

С. аниондар

Д. радикалдар

Е. дұрыс жауабы жок

10. Екі электртерістілік элементтер арасында сутегі атомымен

байланысқан, байланыс:

А. сутектік

В. иондық

С. коваленттік

Д. металдық

Е. дұрыс жауабы жок

11. Байланыс түзу үшін бос электрондық жұбын беретін атомды қалай

атайды:

А. донор

В. акцептор

С. индуктор

Д. фактор

Е. параметр

12. Байланыс түзу үшін бос электрондық орбитальды беретін атомды қалай

атайды:

А. акцептор



- B. донор
- C. индуктор
- D. фактор
- E. параметр

13.  $\text{OF}_2$  молекуладағы байланыстың түрі:

- A. ковалентті полюсті
- B. ковалентті полюссіз
- C. иондық
- D. сутектік
- E. металдық

14. Элементтің валенттілігі 3, ал тотығу дәрежесі 0 болатын қосылысты көрсет:

- A.  $\text{N}_2$
- B.  $\text{O}_2$
- C.  $\text{Cl}_2$
- D.  $\text{F}_2$
- E.  $-\text{Br}_2$

15. Байланысқан екі атомдарды үзу үшін қажетті энергия қалай аталады ?

- A. байланыс энергиясы
- B. энергиясы активациясы
- C. Гиббс энергиясы
- D. Дебай энергиясы
- E. дұрыс жауабы жоқ

## 15. Электрөткізгіштік

### 15.1. Меншікті және эквивалентті электрөткізгіштік

Заттардың электр тогын өткізу қабілеті *электрөткізгіштік* деп аталады.

$L = 1/R$ ;  $\text{Ом}^{-1}\text{L}$  - электрөткізгіштік

R - кедергі

Екінші ретті өткізгіштерде (электролиттердің ерітінділері мен балқымалары) электр тогын иондар тасымалдайды, бірақ олардың

қозғалғыштығы электрондарға карағанда төмен болады, сол себепті металдардың, мысалы, мыс пен күмістің электрөткізгішітігі ерітінділердікінен 10000000 есе артық болып келеді.

Ерітінділердің электрөткізгішітігі меншікті және эквивалентті болып бөлінеді.

Аудандары  $1 \text{ см}^2$  және ара қашықтары  $1 \text{ см}$  болып келген екі электродтың арасындағы ертіндінің электрөткізгішітігі *меншікті* деп аталады.

$$\chi = IL/S; \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$$

$\chi$ - меншікті электрөткізгішітік

$S$  - өткізгіштің көлденен қиындысының ауданы

$l$  - өткізгіштің ұзындығы

$L$  - электрөткізгішітік

Меншікті электрөткізгішітікке температура және концентрация әсер етеді. Температура жоғарыдағанда, меншікті электрөткізгішітік те жоғарылайды.

Концентрленген ерітінділер сұйытылғанда меншікті электрөткізгішітік бастапқыда жоғарылап, одан кейін біртіндеп төмендейді. Меншікті электрөткізгіштің алғашқыда жоғарылауы күшті электролиттерде иондар аралық әрекеттесу күштерінің төмендеуіне, ал әлсіз электролиттерде диссоциациялану дәрежесінің күрт жоғарылауына байланысты болады.

Электролит ерітінділерінің меншікті электрөткізгішітігі негізінен ертінді көлеміндегі иондардың санына және қозғалу жылдамдығына тәуелді болып келеді. Иондардың қозғалу жылдамдығы гидратталған иондардың мөлшеріне, ертіндінің тұтқырлығын және иондардың гидратациясын өзгертетін температураға, иондардың заряд шамасына және электролиттің концентрациясына (ертіндінің иондық күші жоғары болса, иондардың қозғалу жылдамдығы қатты төмендейді) байланысты. Иондардың мөлшері электролиттің концентрациясына және диссоциациялану дәрежесіне тәуелді, ал диссоциациялану дәрежесі температураға және концентрацияға (Оствальдтың сұйылту заңы) байланысты болады.



Әр түрлі электролиттердің өткізгішітігін салыстыру үшін эквивалентті электрөткізгіштік қолданылады.

Бір бірінен 1 см қашықтықта орналасқан электродтардың арасындағы құрамында 1 моль эквивалент электролиті быр ерітіндінің электрөткізгіштігі *эквивалентті* деп аталады.

$$\lambda V = \chi V, \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2$$

$\lambda_V$  - эквивалентті электрөткізгіштік

$\chi$  - меншікті электрөткізгіштік

$V$  - ерітіндінің көлемі

Меншікті электрөткізгіштікке әсер ететін факторлар, эквиваленттікке де әсер етеді. Тек қана меншікті электрөткізгіштік үшін тұрақты болып есептелетін ерітіндінің көлемі ( $1 \text{ см}^3$ ), эквивалентті үшін тұрақсыз болуы мүмкін.

Әлсіз және күшті электролиттердің эквивалентті электрөткізгіштігі сұйылту барысында жоғарылап, шексіз сұйылту (күшті электролиттерде иондар аралық әрекеттесу болмайды, ал әлсіз электролиттерде иондалу дәрежесі ( $\alpha$ ) бірге тең кезінде ең жоғарғы мәніне ие болады. Эквивалентті электрөткізгіштік мұндай сұйылту кезінде иондардың қозғалу жылдамдығына ғана тәуелді болады.

$$K = C \lambda_V^2 / \lambda_{\infty} (\lambda_{\infty} - \lambda_V)$$

Күшті электролиттер үшін белгілі және шексіз сұйытылғандағы электрөткізгіштердің қатынасы электрөткізгіштік коэффициентімен ( $f_{\lambda}$ ) сипатталады:

$$f_{\lambda} = \lambda_V / \lambda_{\text{теор.}}$$

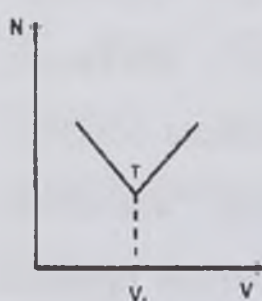
## 15.2. Кондуктометриялық титрлеу

Ерітінділердің электрөткізгішітігін өлшеу *кондуктометрия* деп аталады. Кондуктометрияны электролиттердің диссоциациялану дәрежесін және константасын, сол сияқты ерітінділердегі электролиттердің концентрациясын, олардың ерігіштігін, қышқылдардың негізділігін анықтау үшін қолдануға болады. Әсіресе кондуктометриялық титрлеу әдісінің практикалық маңызы өте

зор. Эквиваленттік нүкте зерттелетін ерітіндінің электрөткізгіштігінің күрт өзгерісі бойынша анықталатын титрлеу *кондуктометриялық* деп аталады. Бұл әдіс индикаторларды пайдалануға келмейтін бұлыңғыр немесе боялған ерітінділерді зерттеу үшін қолданылады. Әдіс қышқылдардың немесе негіздердің ерітінділерінде жақсы электрөткізгіштікті қамтамасыз ететін қозғалғыштығы жоғары  $H^+$  немесе  $OH^-$  болуына негізделген. Титрлеу барысында бейтараптану процесі жүріп, аталған иондардың орнына қозғалғыштығы төмен тұз иондары пайда болады, мысалы:

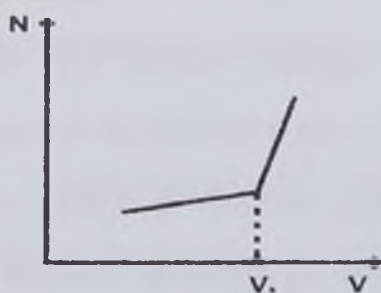


Барлық қышқыл (немесе негіз) негіздің (немесе қышқылдың) эквивалентті мөлшерімен титрленгенде, электрөткізгіштік ең төменгі шегіне жетеді. Негіздің немесе қышқылдың артық мөлшері қосылғанда, қозғалғыштығы жоғары  $OH^-$  немесе  $H^+$  - иондары пайда болып, электрөткізгіштік күрт жоғарылайды.



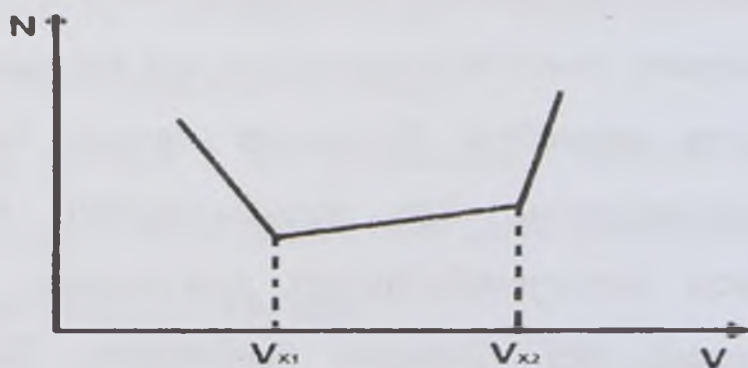
Кондуктометриялық титрлеу қисығы бойынша эквиваленттік нүкте (Т) белгіленіп, титрленген сілті немесе қышқыл ерітіндісінің сәйкес көлемі анықталады, ал зерттелетін ерітіндінің белгілі көлемі бойынша, қышқылдың немесе сілтінің концентрациясы есептеледі.

Әлсіз қышқылдарды күшті негіздермен немесе әлсіз негіздерді күшті қышқылдармен кондуктометриялық титрлеу қисығы төмендегідей болады:



Егер қоспалар титрленетін болса, электрөткізгіштіктің сызығы мынадай болуы керек:





### 15.3. Электрөткізгіштіктің биология мен медицинадағы маңызы

Әр түрлі ұлпалар мен биологиялық сұйықтардың электрөткізгіштігі әр түрлі: жұлын сұйығы, лимфа, өт, қан электр тогын өте жақсы өткізеді. Сол сияқты жақсы өткізетіндерге бұлшық еттер, тері асты жасушалары, бас миының сұр заты жатады. Оларға қарағанда өкпе, жүрек, бауырдың электрөткізгіштігі төмен болып келеді. Май және сүйек ұлпаларының электрөткізгіштігі өте нашар. Электр тогын нашар өткізетін тері (мүйізді қабаты). Құрғақ эпидермис электр тогын мүлдем өткізбейді деп айтуға болады. Жасушаларға қарағанда (олардың қабықшалары көптеген иондардың қозғалуына кедергі жасайды), жасушааралық кеңістіктің сұйықтары электр тогын әлдеқайда жақсы өткізеді. Қабықшалардың маңайында бір аттас зарядталған иондар жиналып, поляризация пайда болады. Соның нәтижесінде ұлпалар арқылы өткен тұрақты токтың күші бірден күрт төмендейді. Сол себепті терінің электр өткізгіштігі негізінен бездердің, әсіресе тері бездерінің ағындарына байланысты болады. Физиологиялық жағдайға байланысты жасушааралық кеңістіктің санылаулары мен без ағындарының шамасы, экскреттің иондық құрамы және т.б. өзгеріп отырады және соның нәтижесінде ұлпалардың электр өткізгіштігі де өзгереді.

Осылайша, жиілігі төмен тұрақты және ауыспалы токтар жасуша аралық кеңістікпен қозғалады. Қарама-қарсы, жиілігі жоғары ауыспалы токтар үшін жасуша қабықшалары кедергі бола алмайды, себебі ток қозғалысының тез өзгеріп отыратын бағыты қабықшалардың поляризациялануына мүмкіндік бермейді. Жасуша мембранасы бүлінгенде тұрақты және ауыспалы токтар үшін ұлпалардың электрөткізгіштігіндегі айырмашылық жойылады.

Биологиялық ұлпалар мен сұйықтардың құрамындағы электролиттер әжептәуір болғандықтан, олардың электрөткізгіштігі жоғары. Осыған орай, физиотерапияда иондыфорез әдісі, яғни электродтарды қосып кілегейдің және терінің беткейі арқылы дәрілерді ион түрінде жіберу әдісі қолданылады.

Тұрақты токтың электродтарын қосу катодтың маңайындағы ұлпаларда болатын қозғалғыштығы жоғары  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  - иондарының концентрациясын жоғарылатады, соған сәйкес анодтың екі валентті катиондар да артады. Катодтың маңайындағы  $Na^+$  және  $K^+$  -иондары жасуша қабықшаларын қопсытып, олардың өткізгіштігін жоғарылатады. Соның нәтижесінде жасушалар мен ұлпаларға қалыпты жағдайда өте алмайтын заттар өтеді, мысалы, катодтың көмегімен теріге жіберілетін дәрі-дәрмектер. Сонымен қатар, электрлі осмостың әсерінен катодқа өтетін су ұлпаларды жергілікті ісіндіреді. Жасушаларға өткен барлық заттар бастапқыда оларды қоздырып, одан кейін жасушаларды тежеп оларды парабиоз күйіне жеткізеді. Анодтың маңайындағы  $Ca^{2+}$  және  $Mg^{2+}$  - иондары қара-қарсы жасуша мембраналарын тығыздап, олардың қозғыштығын төмендетеді. Тұрақты токтың полюстері алмастырылғанда, иондар қара-қарсы қайтадан бөлініп, жасуша қалыпты күйіне енеді.

Катод физиотерапияда ұлпалардың, әсіресе, әртүрлі зақымдану нәтижесінде парабиоздық күйде болатын жүйкелердің қызметін қалпына келтіру үшін қолданылады. Анод болса, тітіркенудің нәтижесінде (ауырсыну) қозған ұлпаларды қалыпты келтіреді.

### Тесттік тапсырмалар

1. Арақашықтығы 1 м, аудандары 1 м<sup>2</sup> электродтар арасында орналасқан ерітіндінің электрөткізгіштігі қалай аталады

- A. эквивалентті электрөткізгіштік
- B. меншікті электрөткізгіштік
- C. мольдік электрөткізгіштік
- D. электрөткізгіштік
- E. өткізгіштік



2. Арақашықтығы 1 м, ал аудандары  $1\text{м}^2$  электродтардың арасында құрамында заттың 1 эквиваленті болатын ертіндінің электрөткізгіштігі қалай аталады

- A. эквивалентті электрөткізгіштік
- B. меншікті электрөткізгіштік
- C. мольдік электрөткізгіштік
- D. электрөткізгіштік
- E. өткізгіштік

3. Меншікті электрөткізгіштікке әсер ететін фактор

- A. ыдыстың пішіні
- B. электролит құны
- C. ертіндінің концентрациясы
- D. өлшегіш құралдың түрі
- E. ертіндіні дайындау әдісі

4. Эквивалентті электрөткізгіштікке әсер ететін фактор

- A. ыдыстың пішіні
- B. электролит табиғаты
- C. электролит құны
- D. өлшегіш құралдың түрі
- E. ертіндіні дайындау әдісі

5. Бейтараптау әдісінде эквиваленттік нүктені анықтау үшін электрөткізгіштік қолданылатын әдіс қалай аталады?

- A. Потенциометрия
- B. Оксидиметрия
- C. потенциометриялық титрлеу
- D. кондуктометриялық титрлеу
- E. комплексонометрия

6. Әлсіз және күшті қышқылдардың немесе әлсіз және күшті негіз-дердің қоспасының кондуктометриялық титрлеу кезінде не байқалады

- A. екі эквиваленттік нүкте

- B. бір эквиваленттік нүкте
- C. үш эквиваленттік нүкте
- D. эквиваленттік нүкте болмайды
- E. дұрыс жауабы жоқ

7. Кондуктометриялық титрлеудің артықшылығы

- A. күшті және әлсіз қышқылдар немесе және әлсіз негіздер

коспаларынан анықтауға болады

- B. тотығу-тотықсыздану реакцияларды колдануға болады
- C. тотықтырғыштарды анықтауға болады
- D. тотықсыздандырғыштарды анықтауға болады
- E. дұрыс жауабы жоқ

8. Меншікті электрөткізгіштік қандай формула арқылы есептеледі

- A.  $L=1/R$
- B.  $\chi=k/R$
- C.  $\lambda_v = \chi v$
- D.  $\lambda_x = I_k + I_a$
- E.  $L = \lambda_v / \lambda_x$

9. Әлсіз электролиттің диссоциациялану дәрежесі қандай формула

арқылы есептеледі

- A.  $\lambda_v = \chi v$
- B.  $\chi = \chi_0 R_0 / R$
- C.  $\lambda_{\infty} = Lk + L_a$
- D.  $L = \lambda_v / \lambda_x$
- E.  $k = \lambda_v^2 C / \lambda_x$

10. Эквиваленттік электрөткізгіштік қандай формула арқылы есептеледі

- A.  $L = 1/R$
- B.  $\chi = K/R$
- C.  $\lambda_v = \chi V$
- D.  $\lambda_x = I_k + I_a$



E.  $L = \lambda_v / \lambda_a$

11. Әлсіз электролиттің диссоциациялану константасы қандай формула арқылы есептеледі

A.  $\lambda_v = x v$

B.  $x = x_0 R_0 / R$

C.  $\lambda_x = L k + L_a$

D.  $L = \lambda_v / \lambda_\infty$

E.  $K = \lambda_v^2 C / \lambda_\infty (\lambda_x + \lambda_v)$

12. Шексіз сұйытылған ертінділердің электрөткізгіштігі қандай формула арқылы есептеледі.

A.  $L = 1/R$

B.  $X = k/R$

C.  $\lambda_v = x v$

D.  $\lambda_x = l k + l_a$

E.  $L = \lambda_v / \lambda_\infty$

13. Егер  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ертіндісінің диссоциациялану дәрежесі 0,04; ал  $\text{H}^+$  және  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  -иондарының қозғалғыштықтары 362 және 42 болса, эквивалентті электрөткізгіштік қандай болады

A. 4,04

B. 8,08

C. 12,12

D. 16,16

E. 20,20

14. Егер  $\text{KCl}$  ертіндісінің диссоциациялануының көрінетін дәрежесі 0,3; ал  $\text{K}^+$  және  $\text{Cl}^-$  -иондарының қозғалғыштықтары 76 және 79 болса, эквивалентті электрөткізгіштік қандай болады

A. 15,5

B. 46,5

C. 77,5

D. 108,5

E. 139,5

15. Эквивалентті электрөткізгіштікке әсер ететін фактор

A. ыдыстың пішіні

B. электролиттің құны

C. ертіндінің дайындау әдісі

D. электродтың табиғаты

E. температура

### 16. Электродтық потенциалдар

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының бағытын болжау үшін, электродтық немесе тотығу-тотықсыздану потенциалының шамасымен сипатталатын, тотығу-тотықсыздану жүйесінің салыстырмалы күшін білу керек.

Электродтық потенциалдардың пайда болуы электрондардың тасымалдануына байланысты болып келеді.

Егер металл суға салынатын болса, металдың иондары еріткіштің полюсті молекулаларының әсерінен ерітіндіге ауысады. Металдың беткейі теріс зарядталады, себебі онда электрондардың артық мөлшері пайда болады, ал металдың беткейіне жақын орналасқан су қабаты катиондардың жиналуына байланысты оң зарядталады. Сол себепті металл-су бөліну шекарасында қос электр қабаты түзіліп, потенциалдар айырмасы пайда болады.

Егер металл өз тұзының ерітіндісіне салынатын болса, оның беткейі және соған қарама-қарсы ерітіндінің металға жақын қабаты металдың белсенділігіне байланысты зарядталады. Металдың белсенділігі жоғары болып, оның иондарының ерітіндіге өту қабілеті күшті болса, металдың беткейі теріс зарядталады. Қарама-қарсы иондар металдың беткейінде көбірек тұнатын болса, ол оң зарядталады. Екі жағдайда да металл мен оған жапсарлас орналасқан сұйықтың арасында потенциалдар айырмасы пайда болады.

Пайда болған потенциалдар айырмасы иондардың металдан ерітіндіге немесе ерітіндіден металға ауысуын шектейді. Сол себепті белгілі бір



концентрациялы өз тұзының ерітіндісіне салынған металға белгілі бір потенциал шамасы сәйкес келеді. Өз тұзының ерітіндісіне салынған металл мен ерітіндінің арасында пайда болатын потенциалдар айырмасы электродтық потенциал деп аталады. Оның шамасы Нернст теңдеуі бойынша есептеледі:

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \lg C$$

$E$  – металдың электродтық потенциалы, В

$E^{\circ}$  – металдың стандартты электродтық потенциалы, В

$n$  - тасымалданған электрондардың саны

$C$  – ерітіндідегі металл иондарының концентрациясы, моль/л

Концентрациясы 1 моль/л өз тұзының ерітіндісіне салынған металдың 25<sup>0</sup> С температурада өлшенген электродтық потенциалын стандартты электродтық потенциал деп атайды. Яғни  $C = 1$  моль/л болса,  $E = E^{\circ}$ .

Оны анықтау үшін концентрациясы 1 моль/л өз тұзының ерітіндісіне салынған металдан және потенциалы шартты түрде ноль деп есептелетін, стандартты салыстыру электродынан гальваникалық элемент құрастырылады. Осындай гальваникалық элементтің 25<sup>0</sup> С температурада анықталатын электр қозғалыс күші (ЭҚК) металдың стандартты электродтық потенциалы болып есептеледі. Стандартты салыстыру электродының мысалына қалыпты сутектік электрод жатады.

Егер иондардың жоғары тотығу дәрежесінен төменгі тотығу дәрежесіне ауысуына сәйкес келетін стандартты тотықтырғыш немесе тотығу-тотықсыздану потенциалын өлшеу қажет болса, дәл осылай анықталады, яғни әртүрлі тотығу-тотықсыздану жұптары стандартты жұппен жалғастырылып, гальваникалық элемент жасалады, бірақ тотығу-тотықсыздану жүйесіндегі барлық компоненттердің белсенділігі немесе концентрациясы 1 моль/л болу керек. Осындай гальваникалық элементтің 25<sup>0</sup>С температурада анықталған стандартты тотығу-тотықсыздану потенциалының көмегімен кез-келген

жүйенің тотығу-тотықсыздану потенциалы түрленген Нернст теңдеуі бойынша есептеледі:

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{[\text{тотыққан түрі}]}{[\text{тотықсызданған түрі}]}$$

$E$  – тотығу-тотықсыздану потенциалы, В

$E^{\circ}$  – стандартты тотығу-тотықсыздану потенциалы, В

$n$  – тасымалданған электрондар саны

$[\text{тотыққан түрі}]$  - тотыққан форманың концентрациясы

$[\text{тотықсызданған түрі}]$  – тотықсызданған форманың концентрациясы

Нернст теңдеуі тотығу-тотықсыздану потенциалы мен тотыққан және тотықсызданған формалардың концентрацияларының арасындағы байланысты сипаттайды.

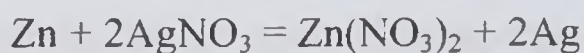
## 17. Потенциометрия

Зерттелетін ерітіндінің рН потенциометриялық әдіспен анықталады. Потенциометриялық әдіс гальваникалық элементтің ЭҚК өлшеуге негізделген. Гальваникалық элемент өзара сыртқы өткізгіш арқылы жалғасқан екі металл пластинкасы енгізген және өзара жанасатын екі электролит ерітіндісінен тұрады. Электр тоғын беретін гальваникалық элемент теңсіздік күйінде болады. Ондағы ток күші азайған сайын, екі электрод арасындағы потенциал айырмасы артады. Гальваникалық элемент қайтымды жұмыс істеген кезде алынатын барынша үлкен потенциал айырмасы осы элементтің ЭҚК деп аталады.

Бетінде тотықсыздану процесі жүретін электрод-катод (К), ал тотығу процесі жүретін электрод (А) деп аталады.

Схема түрінде екі фазаның беткі шекарасы, мысалы мырыш және күміс пластинкасы мен оларға сәйкес ерітінділерді тік сызықпен шектеледі. Сондай-ақ бұл сызық осы арада потенциал айырымы пайда болатынын, яғни ЭҚК –тің туындайтынын көрсетеді. Ал екі ерітінді арасы екі тік параллель сызықпен бөлініп көрсетіледі. Мысалы:





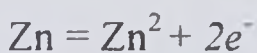
Келесі түрде көрсетіледі.



Бұл схема иондық түрде де көрсетіледі:

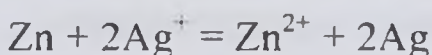


Анодта мырыш тотығады



Иондар түрінде ерітіндіге өтеді, ал катодта күміс тотықсызданады  $\text{Ag}^+ + e^- = \text{Ag}$

Металл түрінде электродтің бетінде жиналады.

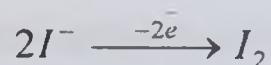
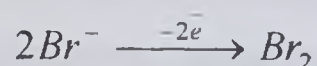


Тотығу-тотықсыздану реакцияларының жүру мүмкіндігін анықтау үшін реакцияның электр қозғаушы күшін (E) есептеу керек.

$$\text{Э. Қ. К. (E)} = \varphi_{\text{T-Т-Ш}}^0 - \varphi_{\text{T-С-Ш}}^0$$

Егер реакцияның электр қозғаушы күші  $E > 0$  болса, реакция жүреді, себебі осы жағдайда мына формула

$$\Delta G^0 = -nFE \text{ бойынша } \Delta G^0 < 0 \text{ болады.}$$



Электродтық потенциалдың мәні үш факторға тәуелді:

а) электродтың табиғатына; ә) температураға;

б) концентрацияға.

Осы тәуелділік Нернст формуласы арқылы өрнектеледі:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln C$$

$$\text{Немесе } \varphi = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{nF} \cdot \lg C \Rightarrow \frac{2,3RT}{F} = 0,059$$

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

мұндағы  $\varphi$  - электродтық потенциал;

$\varphi^0$  - стандартты электродтық потенциал ( $t^0 = 25^0C$ ,  $P = 101,3кПа$ );

$C$  – 1 моль/л;

$n$  – үрдіске қатысатын электрон саны;

$C$  – концентрация

Мысалы: концентрлі гальвани элементінің электр қозғаушы күшін анықтасак

A(-)  $CuSO_4(0,01M)$ //  $CuSO_4(0,1M)/Cu$  (+) K

Шешуі:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

$$\varphi^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0,34V$$

$$C_2(CuSO_4) = 0,1 \text{ моль/л} \quad C_1(CuSO_4) = 0,01 \text{ моль/л}$$

$$C(Cu^{2+}) = 10^{-1} \text{ моль/л} \quad C(Cu^{2+}) = 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$n=2$$

$$\varphi_1 = 0,34 + 0,059/2 \lg 10^{-2} = 0,34 - 0,059 = 0,281V$$

$$\varphi_2 = 0,34 + 0,059/2 \lg 10^{-1} = 0,34 - 0,029 = 0,311V$$

$$E = 0,311 - 0,281 = 0,03V$$

$\varphi_2 > \varphi_1$  болғандықтан оң жақтағы электрод катод, ал сол жақтағы – анод болады, электрон солдан оңға қарай қозғалады (немесе ток бағыты солдан оңға қарай болады).

### 18. Беткейлік құбылыстар. Беткейлік керілу. Беткейдің еркін энергиясы

Беткейлік құбылыстар екі фазаның бөліну шекарасында жүретін процестер. Бөліну шекарасы ғозғалмалы және қозғалмайтын болып екіге бөлінеді. Қозғалмалы бөліну шекарасына газ-сұйық (г-с) және сұйық-сұйық (с-с) бөліну шекаралары жатады. Газ-қатты (г-к), сұйық-қатты (с-к) және қатты-қатты (к-к) қозғалмайтын бөліну шекарасы болып есептеледі.

Адам организміндегі г-с (ауа-қан ағымы), г-к (ауа-өкпенің беткейі) с-к (қан ағымы-тамырлар) және с-с (барлық клеткалардың мембраналары) бөліну шекаралары кездеседі.



Белгілі бір беткейлік құбылыс іске асу үшін беткейлік еркін энергия жұмсалады. Беткейлік еркін энергияның пайда болуын г-с (ауа-сұйық) бөліну шекарасын мысалға ала отырып, қарастыруға болады.

Сұйықтың ішінде және екі фазаның бөліну шекарасында орналасқан бөлшектердің физикалы-химиялық қасиеттері әр түрлі болып келеді. Сұйықтың ішінде орналасқан әрбір молекула оны қоршаған басқа молекулаларға бірдей тартылады. Барлық тартылу күштерінің теңәсері нольге тең ( $\pm = 0$ ) болады. Беткейде орналасқан молекулалар сұйық фазада орналасқан молекулаларға ғана тартылады да, ауа жағынан әсер өте аз болады, сондықтан ол есепке алынбайды. Сол себепті молекулалық күштердің теңәсері нольге тең болмайды ( $\pm \neq 0$ ) және төменге, яғни сұйықтың ішіне қарай бағытталады. Осы күшке қарсы жұмыс жасау арқылы молекулалар сұйықтың тереңінен беткейіне шығарылады. Жасалған жұмыстың әсерінен беткейдің ауданы үлкееді және беткейдің еркін энергиясы жоғарылайды. Сұйықтың ішінен беткейіне ауысқан молекулалардың потенциалдық энергиясының салыстырмалы артық мөлшері беткейдің еркін энергиясы болып есептеледі.

$$W = A = \sigma S$$

$W$  – потенциалдық энергия.

$A$  – жұмыс, эрг.

$S$  – беткейдің ауданы,  $\text{см}^2$ .

$\sigma$  – беткейлік керілу, эрг/ $\text{см}^2$ .

Беткейдің ауданын  $1\text{см}^2$ -ға өзгерту үшін жасалатын жұмыс беткейлік керілу деп аталады.

$$\sigma = A / S; \text{ эрг}/\text{см}^2$$

### 18.1. Беткейлік керілуге әсер ететін факторлар. Беткейлік активті және активті емес заттар

1. Беткейлік керілу сұйықтың табиғатына тәуелді болады. Молекула аралық байланыстары күштірек полюсті молекулалардың беткейлік керілуі жоғары, ал полюссіз молекулалардың беткейлік керілуі төмен болады. Мысалы:

$$\sigma_{\text{эфир}} = 17 \text{ эрг}/\text{см}^2. \quad \sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 73 \text{ эрг}/\text{см}^2.$$

2. Температура жоғарылаған сайын беткейлік керілу төмендейді, себебі молекулааралық тартылыс күштері әлсірейді.

3. Сұйықтардың беткейлік керілуін төмендететін заттар беткейлік активті заттар (БАЗ) деп аталады, оларға органикалық қышқылдар, спирттер, аминдер, т.б. жатады. Осындай БАЗ-дың концентрациясы жоғарылаған сайын беткейлік керілуі төмендейді.

Сұйықтардың беткейлік керілуін жоғарлататын заттар беткейлік активті емес заттар (БАЕЗ) деп аталады. Оларға қышқылдар, сілтілер, бейорганикалық тұздар жатады. Олардың концентрациясы жоғарылаған сайын беткейлік керілуі де артады.

### 18.2. Беткейлік активтілік. Траубе–Дюкло ережесі

б/С қатынасы беткейлік активтілік деп аталады. БАЗ үшін б/С нольден кіші болады, яғни БАЗ концентрациясы жоғарылаған сайын беткейлік керілуі төмендеп, беткейлік активтілік артады. Органикалық қышқылдардың беткейлік керілуін зерттегенде, көмірсутек тізбегі бір  $\text{CH}_2$  – тобына ұзарған сайын беткейлік активтілік 3,2 есе артатындығы анықталды. Бұл заңдылық Траубе–Дюкло ережесі деп аталады. Траубе–Дюкло ережесін бөлме температурасында сұйытылған ертінділер үшін қолдануға болады.

БАЕЗ үшін б/С нольден үлкен, яғни олардың беткейлік керілуі жоғары да, беткейлік активтілігі төмен болады.

### 18.3. Беткейлік қабаттағы молекулалардың бағыты және биологиялық мембрананың құрылысы

БАЗ-дың молекулалары дифильді болып келеді, яғни олар екі бөліктен: полюсті гидрофильдік және полюссіз гидрофобтық топтардан тұрады. Мұндай молекулалардың құрылысын шартты түрде былай көрсетуге болады:

гидрофильдік бөлік ( $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{H}$ )

гидрофобтық бөлік (радикалдар)

Мысалы :  $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$

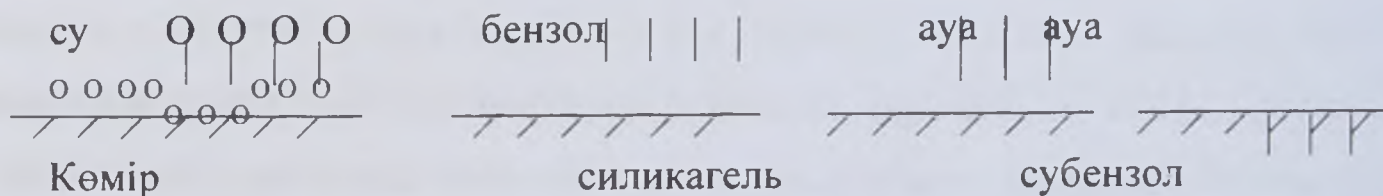
гидрофобты      гидрофильді

$\text{CH}_3 - \text{COOH}$



гидрофобты гидрофильді

Фазалардың бөліну шекарасындағы БАЗ-дың орналасу бағыты олардың дифильділігімен тнсіндіріледі. Бұл ереже, яғни Ребиндердің бағытталу ережесі былай оқылады: фазалардың бөліну шекарасында БАЗ-дың молекулалары өздерінің полюсті бөлігімен полюстіфазаға қарай, ал полюссіз бөлігімен полюссіз фазаға ғарай бағытталады.



БАЗ бөліну шекарасында бірдей қатпарланады. Олар концентрация жоғарылаған сайын көбірек шоғырланады, яғни бұл кезде беткейлік қабат қалындап, Ленгмюр жиілігідеп аталатын қатпар түзеді.

БАЗ-дың Ребиндер бойынша бағытталуы клетка мембраналарында да орын алады. Тірі организмдерде БАЗ-дыңөздері бөліну шекараларын түзуге катысады. Мысалы, липидтер белгілі бір концентрацияда липидтік бикабат түзеді. Осы липидтік бикабат клетка мембранасының қабығы (каркас) болып есептеледі, ол Ребиндер ережесіне сәйкес гидрофобтық әрекеттесулердің нәтижесінде түзілген

Яғни, клетка мембранасы клетканы сыртқы ортадан бөліп тұратын беткей болып есептеледі. Липидтік бикабат клетка мембранасының каркасы ғана болып қоймайды, сол сияқты белок молекулалары адсорбцияланатын матрица да болады. Белок молекулалары мембрана беткейінде де, мембрананың ішінде де орналасуы мүмкін, себебі құрылысы әр түрлі белоктарда амин қышқылдарының жиынтығына байланысты гидрофобтық немесе гидрофильдік бөліктер артық болуы мүмкін.

Мембрана клетканың қорғаны болып есептелгендіктен физикалық, химиялық және биологиялық әсерлерге бірінші ұшырайды.

### Тесттік тапсырмалар

1. Қатты беткейдегі адсорбция шамасын есептеу үшін қандай теңдеу қолданылады

- A. Гиббс
- B. Ван-дер-Ваальс
- C. Юнг
- D. Ленгмюр
- E. Дюпр

2. Ленгмюр теңдеуіндегі адсорбцияның өлшем бірлігі

- A. моль/кг
- B. моль/м<sup>2</sup>
- C. моль/м<sup>3</sup>
- D. кг/м<sup>2</sup>
- E. кг/м<sup>3</sup>

3. Қатты беткейдегі адсорбцияның шамасын есептеу үшін қандай теңдеу

қолданылады

- A. Гиббс
- B. Ван-дер-Ваальс
- C. Юнг
- D. Фрейндлих
- E. Дюпр

4. Фрейндлих теңдеуіндегі адсорбцияның өлшем бірлігі

- A. моль/м<sup>2</sup>
- B. моль/м<sup>3</sup>
- C. моль/кг
- D. кг/м<sup>2</sup>
- E. кг/м<sup>3</sup>

5. Адсорбция кезінде ерітінділердің полюссіз адсорбенттерге жақсы адсорбцияланады

- A. полюсті еріткіштердегі полюссіз заттар
- B. полюссіз еріткіштердегі полюсті заттар
- C. полюссіз еріткіштердегі полюсті заттар
- D. дұрыс жауап жоқ



6. Адсорбция кезінде ерітінділерден полюсті адсорбенттерге жақсы адсорбцияланады

- A. полюсті еріткіштерден полюсті заттар
- B. полюссіз еріткіштерден полюсті заттар
- C. полюссіз еріткіштерден полюссіз заттар
- D. дұрыс жауап жоқ
- E. полюсті еріткіштерден полюссіз заттар

7. Ерітінділерден ББЗ жақсы адсорбцияланады

- A. бензолдан активтелген көмірде
- B. судан силикагелде
- C. судан алюминий оксидінде
- D. судан активтіелген көмірде
- E. дұрыс жауап жоқ

8. Егер этанолды пентанолмен алмастырса, беткейлік активтілік қалай өзгереді

- A. 3,2 есе артады
- B. 10,24 есе артады
- C. 10,24 есе кемиді
- D. 32,768 есе кемиді
- E. 32,768 есе артады

9. Егер бутанолды этанолмен алмастырса, беткейлік активтілік қалай өзгереді

- A. өзгермейді
- B. 3,2 есе артады
- C. 10,24 есе артады
- D. 10,24 есе кемиді
- E. 32,768 есе кемиді

10. Егер май қышқылын сірке қышқылымен алмастырса, беткейлік активтілік қалай өзгереді

- A. өзгермейді

- B. 3,2 есе артады
- C. 10,24 есе артады
- D. 10,24 есе кемиді
- E. 32,768 есе кемиді

11. Беткейлік белсенді емес затқа жатады

- A. этанол
- B. пропанол
- C. бутанол
- D. көмірсулар
- E. сірке альдегиді

12. ББЗ-к құрылысының ерекшелігі

- A. гидрофильділігі
- B. дифильділігі
- C. гидрофобтылығы
- D. полюссізділігі
- E. ерімеуі

13. ББЗ фазалардың бөліну шекарасында бағытталады

- A. полюсті топ полюссіз фазаға
- B. полюссіз топ полюсті фазаға
- C. еркін жағдайда
- D. бөліну шекарасының бойымен
- E. полюті топ полюсті фазаға

14. Заттың беткейлік керілуді өзгерту қабілеті аталады

- A. беткейлік керілу
- B. беткейдің энергиясы
- C. беткейлік активтілік
- D. беткейлік қысым
- E. беткейдің қабаты



## 19. Адсорбция

### 19.1. Адсорбция. Түрлері және механизмі

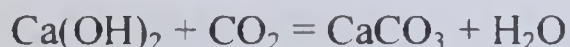
Фазалардың бөліну шекараларының беткейінде қатты немесе сұйық заттардың газ және еріген заттарды сіңіру қабілеті адсорбция деп аталады.

Адсорбция табиғаты әр түрлі адсорбциялық күштердің әсерінен молекулалардың арасында пайда болатын химиялық байланыстардың арқасында жүретін процесс. Беткейлік қабатында басқа заттарды сіңіретін заттар адсорбенттер, ал сіңірілуші заттар адсорбаттар деп аталады. Адсорбенттерге қатты көмірді, кремний оксидін, алюминий оксидін, целлюлозаны, крахмалды т.б. заттарды жатқызуға болады.

Адсорбаттарға аммиак, хлор сияқты газдар, бояулар, т.б. заттар жатады. Егер адсорбат адсорбенттің беткейінде ғана емес, бүкіл көлемінде сіңірілетін болса, ондай процесс абсорбция деп аталады. Адсорбция қайтымды процесс, оған қарама-қарсы процесс десорбция деп аталады. Адсорбция физикалық, химиялық және иондық алмасу болып үшке бөлінеді.

1. Физикалық адсорбция кезінде адсорбат пен адсорбент молекулалық әсерлесу күштері және сутектік байланыстар арқылы әрекеттеседі. Олардың адсорбция жылуы 2-8 ккал/моль шамасында болады. Физикалық адсорбцияда адсорбат өзінің жеке қасиетін жоғалтпайды, себебі бұл процесс қайтымды болып есептеледі, десорбция нәтижесінде заттар өзгермей бастапқы калпында бөлініп шығады. Температураны жоғарылатқанда, физикалық адсорбцияның жылдамдығы төмендейді.

2. Химиялық адсорбция кезінде адсорбат пен адсорбент беткейінің арасындағы байланыс тұрақты болады. Адсорбция жылуы 10 шақты ккал-ға тең. Бұл процесс кезінде адсорбат өзінің жекеленген қасиетін жояды, себебі бұл адсорбция қайтымсыз болып есептеледі:

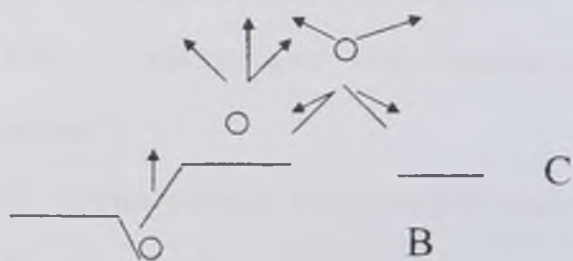


3. Иондық алмасу иондардың адсорбциясы болып есептеледі, яғни адсорбат иондары мен адсорбенттің беткейінде орналасқан иондар өзара эквивалентті мөлшерде алмасады:



Адсорбция процесі тірі организмдерде де кенінен кездеседі. Мысалы, кан  $\text{CO}_2$  газын сіңіргенде адсорбция процесі байқалатын болса, ал тыныс алған кезде  $\text{CO}_2$  сыртқа шығып, десорбция жүреді. Ішек бұрлерінде қортылмай қалған тағамдар ішектегі БАЗ-мен адсорбцияланады. 1831 жылы фр. фармацевті Туэри алғаш көмірін (қазір "карболен") организмдегі улы заттарды сыртқа шығару үшін қолдануды ұсынған.

Адсорбция механизмін былай түсіндіруге болады, әрбір заттың беткейінде еркін тарту күші болады, күштің арғасында адсорбциялықөріс пайда болады да, беткейге жанасқан газ, су немесе еріген заттардың бөлшектері оған тартылып, адсорбцияланады.



А,В,С тәріздес молекулалардан тұратын адсорбенттің күш өрісі әр нүктеде әр түрлі қаныққан. А мен В тәріздес молекулаларда аз қаныққан, ал С тәріздес молекулаларда артық еркін энергия пайда болады. Сондықтан да адсорбент адсорбат молекулаларымен қанығып, адсорбат молекулаларының беткейінде мономолекулалық адсорбаттыққабат түзіледі. Лнгмюр ұсынған мономолекулалық адсорбция теориясының негізгіқағидалары:

Адсорбция валенттік күштердін әсерінен пайда болады.

Адсорбция адсорбенттің барлық беткейінде емес, тек осы беткейдін активті орталықтарында жүреді. Активті орталықтар кристалдық тор беткейінің төбешіктерінде. шындарында орналасады. Активті орталық неғұрлым биік болса, соғұрлым адсорбент баткейіндегіқаныққан атомдар мен молекулалардың саны аз болады, яғни оның сіңіретін молекулаларының саны көбірек болады.



Әрбір активті орталық адсорбаттың тек бір молекуласын ғана адсорбциялайды және адсорбент беткейінде мономолекулалық адсорбат қабаты түзіледі.

Адсорбцияланған молекула тұрақты болмайды, тербелісте болады. Біреуіүзіліп кетсе, басқасы адсорбцияланады, құрам бөліктерімен алмасып жатады, ең соңында адсорбциялық тепе-теңдік орнайды, яғни қанша молекула адсорбцияланса, сонша бөлініп шығады. Бұл тепе-теңдік концентрация мен температураға тәуелді болады.

### 19.2. Адсорбция теңдеулері

Газ-сұйық (г-с) бөліну шекарасындағы адсорбцияны сипаттау үшін Гиббс теңдеуі қолданылады:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$$

$\Gamma$  – адсорбция шамасы, моль/см<sup>2</sup>

$R$  – газ тұрақтылығы.

$C$  – концентрация, моль/л.

$b$  – беткейлік керілу.

$T$  – абсолюттік температура.

Теңдеу бойынша адсорбция шамасы ( $\Gamma$ ) беткейлік активтілікке ( $b/C$ ), концентрацияға және температураға тәуелді.

Егер ертіндіде беткейлік керілуді төмендететін БАЗ болса, яғни  $b/C > 0$  болып, теріс мәнге ие болады да, адсорбция оң болады ( $\Gamma > 0$ ), яғни БАЗ-тың концентрациясы бөліну шекарасында көлеміндегіге қарағанда үлкен болады.

Егер ертіндіде БАЕЗ болса,  $b/C < 0$  болады да, адсорбция теріс ( $\Gamma < 0$ ) болады.

Адсорбцияланатын заттың концентрациясы аз болғанда газ-қатты бөліну шекарасындағы адсорбция мөлшері Ленгмюр теңдеуі бойынша есептеледі:

$$\Lambda = \Lambda_m \frac{kc}{1+kc}$$

$\Gamma = \Gamma_{\max}$

$\Gamma$  – адсорбция мөлшері, моль/м<sup>2</sup>.

$\Gamma_{\max}$  – 1см адсорбент беткейінде адсорбцияланған заттың максимальды мөлшері.

$C$  – тепе-теңдік концентрациясы.

$K$  – константа (адсорбциялық тепе-теңдік мөлшері).

Ленгмюр теңдеуі бойынша адсорбцияланған заттың тепе-теңдік концентрациясы сол заттың аз (төменгі) концентрациясына сәйкес келеді. Концентрация жоғарылап, жеткілікті мөлшерге жеткенде  $\Gamma = \Gamma_{\max}$ .

Сұйық-қатты бөліну шекарасында жүретін адсорбция мөлшері Фрейндлих теңдеуі бойынша есептеледі:

$$\frac{x}{m} = Kc^{1/n}$$

$x$  – адсорбцияланған заттың мөлшері, моль.

$m$  – адсорбенттің мөлшері, г.

$x/m$  – адсорбент массасының бірлігінде адсорбцияланған заттың мөлшері, моль/г.

$C$  – тепе-теңдік концентрациясы.

$K, n$  – константалар.

### 19.3. Адсорбция заңдылықтары

1. Әлсіз электролиттер немесе электролит еместер адсорбент беткейінде молекула түрінде адсорбцияланады. Мұндай адсорбция молекулааралық адсорбцияға жатады, процесс Ван-дер-Ваальс күштерінің әсерінен жүретін болғандықтан адсорбент пен адсорбат арасындағы байланыс әлсіз болады.

2. Адсорбция процесінде Ребиндердің бағытталу ережесі сақталады, яғни молекулалардың полюсті бөліктері полюсті адсорбент молекулаларына, ал полюссіз бөліктері полюссіз адсорбент молекулаларына бағытталады.

Егер бір заттың адсорбциясы басқа заттыкіне карағанда басымырақ болса, таңдамалы адсорбция жүреді. Оның бір мысалы иондық адсорбция болып есептеледі. Панет-Фаянстың ережесі бойынша қатты адсорбенттерде сол адсорбенттің құрамына кіретін немесе онымен ортақ тобы бар артық мөлшерде алынған иондар адсорбцияланады:





$\text{BaSO}_4$  бөлшектерінде  $\text{Ba}^{2+}$  немесе  $\text{SO}_4^{2-}$  иондары адсорбцияланады.

Көп валентті иондар бір валенттілерге карағанда күштірек адсорбцияланады. Валенттілігі бірдей иондардың мөлшеріне және гидратталу дәрежесіне байланысты адсорбциялану қабілеті де әр түрлі болып келеді. Оларды мынадай лиотроптық қатарға орналастыруға болады:



Бірзаттынадсорбент беткейінде екінші заттың орнын басуы алмасу адсорбциясы деп аталады. Оның бір түріне иондық алмасу адсорбциясы жатады. Бұл адсорбция бойынша кейбір адсорбенттердің құрамына диссоциацияланатын және ертіндідегі бір тектес иондарға алмасатын топтар болады.

Егер  $\text{H}^+$  және  $\text{OH}^-$  иондары алмасатын болса, ертіндінің рН-ы өзгеріске ұшырайды. Иондық алмасу адсорбциясының мұндай түрі гидролиттелген деп аталады. Өндірісте және жөндеу жұмыстарында осы адсорбцияға негізделген иондық алмасу смолалары (иониттер) жиі қолданылады.

### Тесттік тапсырма

1. Бір заттың екінші затқа сіңірілуі аталады
  - A. сорбция
  - B. гидролиз
  - C. ылғалдану
  - D. жайылу
  - E. когезия
2. Адсорбенттің барлық көлемінде заттың сіңірілу процесі аталады
  - A. адсорбция
  - B. ылғалдану
  - C. абсорбция
  - D. жайылу
  - E. когезия

3. Беткейінде адсорбция жүретін зат аталады

- A. адсорбат
- B. адсорбтив
- C. агломфат
- D. флокумент
- E. адсорбент

4. Адсорбцияға қарама-қарсы процесс аталады

- A. адсорбент
- B. адсорбат
- C. агломфат
- D. флокуллянт
- E. коагулянт

5. Адсорбцияға қарама-қарсы процесс аталады

- A. абсорбция
- B. коагуляция
- C. агломфация
- D. десорбция
- E. ылғалдану

6. Бір заттың басқа заттың беткейінде өздігінен шоғырлануы қалай

аталады

- A. абсорбция
- B. коагуляция
- C. адсорбция
- D. ылғалдану

7. Ван-дер-Ваальс күшімен және сутектік байланыспен сипатталатын

адсорбция қалай аталады

- A. хемосорбция
- B. алмасу адсорбциясы
- C. десорбция
- D. коагуляция



Е. физикалық адсорбция

8. Валенттілік күштерімен сипатталатын адсорбция қалай аталады

А. алмасу адсорбциясы

В. хемосорбция

С. физикалық адсорбция

Д. десорбция

Е. коагуляция

9. Адсорбент пен адсорбат арасындағы иондардың алмасуынан туындайтын адсорбция қалай аталады

А. хемосорбция

В. физикалық адсорбция

С. десорбция

Д. коагуляция

Е. ион алмасқыш адсорбция

10. Адсорбцияның қозғаушы күші болады

А. БЭП артық мөлшері

В. БЭП жетіспейді

С. беткейдің сипаты

Д. БЭП болмады

Е. беткейдін бұдырлығы

11. Қатты беткейдегі адсорбция жүреді

А. беткейдің барлығында

В. жүрмейді

С. белсенді емес аумақта

Д. дұрыс жауап жоқ

Е. белсенді орталықтарда

12. Хемосорбцияның себебі:

А. адсорбент пен адсорбаттың физикалық әрекеттесуі

В. адсорбент пен адсорбаттың арасында сутектік байланыстың түзілуі

С. адсорбент пен адсорбаттың химиялық әрекеттесуі

D. Ван-дер-Ваальс күштері

E. дұрыс жауап жоқ

13. Қысым жоғарылағанда физикалық адсорбция

A. артады

B. төмендейді

C. өзгермейді

D. анықтамайды

E. дұрыс жауап жоқ

14. Температура артқанда физикалық адсорбция

A. жоғарылайды

B. өзгермейді

C. анықталмайды

D. төмендейді

E. дұрыс жауап жоқ

15. Температура артқанда хемосорбция

A. жоғарылайды

B. өзгермейді

C. анықталмайды

D. төмендейді

E. дұрыс жауап жоқ

## 20. Хроматография

Органикалық қосылыстарды бөлу, тазалау және дәлелдеу үшін әр түрлі химиялық және физикалық әдістер қолданылады. Бұл физикалық зерттеулердің нәтижесінде органикалық қосылыстың құрылымы анықталады.

Органикалық заттарды бөліп, тазалау үшін әр түрлі химиялық әдістерді (экстракция, айдау әдістері, қайтадан кристалдау) пайдалануға болады.

Қазіргі кезде органикалық химияда физикалық әдістер үлкен орын алады. Олар, әсіресе, күрделі органикалық қосылыстардың құрылымын анықтау үшін маңызды болып есептеледі. Сондай әдістердің біріне хроматография жатады.

Хроматография әдісін 1903 жылы орыс ғалымы М.С.Цвет ұсынған.



Хроматографиялық әдіс заттардың қозғалмалы (сұйықтықтың немесе газдың ағыны) және қозғалмайтын (қатты немесе сұйық) фазалардың арасында әр түрлі таралуына негізделген.

**7 кесте-Хроматографияның негізгі түрлері:**

түрі	қозғалмалы фаза	қозғалмайтын фаза	формасы	таралу механизмі
<u>газды:</u> газды-адсорбциялық	газ	қатты	түтік	адсорбциялық
газды-сұйықтық	газ	сұйық	түтік	жіктегіш
<u>сұйықтық:</u> қатты-сұйықтық	сұйық	қатты	түтік	адсорбциялық
сұйықты-сұйықтық	сұйық	сұйық	түтік	жіктегіш
ионды алмасқыш	сұйық	қатты	түтік	ионды алмасу
жұқа қабатты	сұйық	қатты	жұқа қабат	адсорбциялық
қағазды	сұйық	сұйық	қағаз	жіктегіш
елеуішті (гель-өткінші)	сұйық	сұйық	түтік	молекулалардың мөлшеріне қарай

Анықталатын затты хроматографиялық жүйеге жібері тәртібі бойынша фронтальды (шептік), элюенттік және ығыстырғыш хроматография қолданылады. Егер еріген қоспаны хроматографиялық түтікке үздіксіз жіберетін болса, таза күйде бір ғана, нашар сорбцияланатын затты бөліп шығаруға болады. Басқалары қоспа түрінде шығады. Бұл әдіс фронтальды (шептік) деп аталады. Элюенттік тәртіп бойынша қоспа қозғалмалы фазаның (элюенттің) ағынына жіберіледі. Қозғалмалы фазаның (элюенттің) құрамы тұрақты болып қала береді. Қоспаның компоненттері қозғалу барысында

аймақтарға бөлінеді. Ығыстырғыш әдіс бойынша қоспаны жіберіп, алдын-ала белсенділігі төмен элюентпен бөлу барысында элюенттің құрамы қозғалмайтын фазамен қоспаның әрбір компонентінен күштірек әрекеттесетін болып өзгереді. Осыған байланысты элюент қоспаны қозғалмайтын фазамен әрекеттесу жоғарылау бағытында орналасқан компоненттерге бөледі. Бұл әдісте жекеленген компоненттердің аймақтары араласып кетеді.

Сұйықтық хроматографияда элюенттің құрамы сараптау барысында өзгермейтін изократикалық және белгілі бағдарлама бойынша өзгертін gradientтік тәртіп қолданылады.

### 20.1. Қатты-сұйықтық түтіктік хроматография

Қатты-сұйықтық хроматографияның 2 әдісі жиі қолданылады: 1. Полюссіз элюентті пайдаланып полюсті сорбентте хроматографиялау (тура фаза); 2. Полюсті элюентті пайдаланып полюссіз сорбентте хроматографиялау (қарап-фазалы ССХ).

Адсорбент пен элюентті таңдау маңызды болып есептеледі. Элюенттің қасиетіне байланысты заттар адсорбентте белгілі уақыттың мөлшерінде ұсталады немесе мүлдем ұсталмауы мүмкін. Адсорбциялық хроматографияда элюент молекулалары заттардың молекулаларымен қозғалмайтын фазаның белсенді беткейімен әрекеттесу қабылеті бойынша бәсекелеседі. Элюент адсорбентпен неғұрлым күштірек байланысса, соғұрлым ол бөтен молекулаларды күштірек ығыстырып, олардың ұсталып қалуын азайтады.

Сұйықты түтіктік хроматографияда қозғалмалы фазалар элюациялаушы қабылеттері бойынша жіктеледі. Адсорбциялық хроматографияда еріткіштің полюстілігі неғұрлым жоғары болса, полюсті сорбенттердегі элюациялаушы қабылеті соғұрлым күшті болады. Көбінесе қаныққан көмірсутегілер (гексан, гептан),  $CCl_4$  хлороформ, этанол, метанол, су қолданылады. (еріткіштер элюациялау қабылеттерінің жоғарылау бағытында орналасқан). Полюсті еріткішті аздаған мөлшерде полюссізге қосқанда элюация артады.

Егер полюссіз элюентке сутектік байланыс түзуге қабылетті полюсті еріткіштер қосылатын болса, ұстау және селективтілік зат-адсорбент, зат-



элюент, элюент -адсорбент әрекеттесу сусыз қозғалмалы фаза жағдайына карағанда тезірек орнайды, сол себепті сулы және сулы-спирттік элюенттер жиі қолданылады.

## 20.2. Ион алмасқыш хроматография

Ион алмасқыш хроматография (ИХ) сұйықтық хроматографияның бір түрі болып есептеледі, оның негізіне иондық алмасу жатады. Ион алмасу зерттелетін заттар мен ионалмастырғыштың аттас иондарының арасында жүреді.



p- еріткіш фазасы

и - ионалмастырғыш фазасы

ИХ бойынша бөлу әдісі зерттелетін иондардың ионалмастырғышта (ионитте) берік бекітілген қарама-қарсы зарядталған иондарға әр түрлі тартылуына негізделген. ИХ-да мұндай иондар белгіленген (фиксированные), ал олардың зарядтарын толтыратындар қарсы иондар деп аталады. Иондық алмасуға кейінгі иондар қатысады, олар, заң бойынша, қозғалмалы фазаның құрамына енеді.

Иондық алмасуға қабылеттілікті кейбір минералды материалдар көрсетеді, мысалы, цеолиттер (анальцит, фозажит, стильбит), балшықты материалдар (каолинит, слюдалар, силикаттар) сол сияқты синтетикалық бейорганикалық иониттерде де ( $Al_2O_3$ , т.б.) осындай қасиет болады, сонымен қатар арнайы сульфирленген көмір. Ионалмасқыш шайырлар кеңінен қолданылады.

Катиониттер катиондарды алмастырады. Алмасуға қатысатын функционалдық топтың табиғатына байланысты катиониттер былай бөлінеді:

1.  $-SO_3H$  тобы болатын күшті қышқылдық;
2.  $-PO_3H$  топты орташа қышқылдық;
3.  $-COOH$  топты әлсіз қышқылдық.

Қолданылатын катиониттер не  $H^+$  -формада, не тұзды формада ( $Na^+$ ,  $K^+$ ) шығарылады.

Аниониттер аниондарды алмастырады. Күшті негіздік аниониттердің құрамында  $N(CH_3)_3$  тобы, орташа және әлсіздерде  $NH(CH_3)_2$  немесе  $NH_2CH_3$  топтары болады.

Амфолиттер катиондармен де, аниондармен де алмаса алады. Мұндай ион алмастырғыштарды матрицаны (ион алмасуға қатыспайтын каркас) амин қышқылдарымен, мысалы, аргининмен байланыстырып алуға болады. Иониттердің жалпы қасиетіне олардың электролиттерді электролит еместерден бөлу қабілеті жатады. Хроматографиялық анализде қолданылатын иониттердің мынадай қасиеттері болуы керек: 1. Қозғалмалы фазада ерімеуі керек; 2. Қышқылдар мен негіздердің әсеріне төзімді; 3. Ионгенді топтарының мөлшері жеткілікті болуы керек; 4. Механикалық тұрақтылығы жоғары болуы қажет.

Иондардың заряды және поляризацияланғыштығы неғұрлым жоғары, ал гидратталған ионның мөлшері неғұрлым кіші болса, соғұрлым иондардың ион алмастырғышта ұсталу қабілеті жоғары болады.

Ион алмастырғыш хроматографияда қозғалмалы фаза ретінде буферлік ерітінділер қолданылады. Сутегі иондарының концентрациясын, буфердің түрін және иондық күшін өзгерті арқылы жүйенің талғампаздығын (селективтілігін) өзгертуге болады.

Ион алмасқыш хроматография органикалық қосылыстарды (аминдер, амин қышқылдары, нуклеин қышқылдарының компоненттері, қышқылдар, т.б.) сараптау үшін пайдаланады. Амин қышқылдарын зерттеу үшін автоматикалық анализаторларды қолдануға болады.

### **20.3. Гель-өткінші (молекулалы елеуіштік) хроматография**

Гель-өткінші хроматография (ГӨХ) молекулалардың мөлшеріне негізделген бөлу әдісі.

Бұл әдіс бойынша қозғалмайтын фаза ретінде саңылаулы бөлшектер қолданылады. Қозғалмалы фазаның ролін сулы немесе органикалық реагенттер атқарады. ГӨХ механизмі бойынша зерттелетін заттар сорбенттің саңылауларындағы қозғалмайтын еріткіш пен қозғалмайтын фаза арқылы



өтетін еріткіштің арасында бөлінеді. Заттардың түтіктен шығуы олардың молекулалық массаларының төмендеу бағытында орындалады.

ГӨК қолданылатын сорбенттер жұмсақ, жартылай қатты және қатты болып бөлінеді. Жұмсақтарға полисахаридтер негізінде дайындалған гельдер (крахмал, декстран, целлюлоза) жатады. Жартылай қатты гельдер стирол мен дивинилбензолдың қоса полимерленуі (стирогельдер) немесе винилацетаттың полимерленуі нәтижесінде алынады. Қатты гельдерге саңылауларының мөлшері белгілі шыны немесе силикагельдер жатады. Олар жоғары адсорбциялаушы қабілет көрсететіндіктен, арнайы химиялық заттармен өңделеді.

ГӨХ биологияда полипептидтерді, белоктарды және басқа макромолекулаларды бөлу және тазалау үшін қолданылады.

#### **20.4. Жұқа қабатты хроматография**

Жұқа қабатты хроматография (ЖҚХ) бойынша қоспаларды бөлу қозғалмалы фазаның сорбенттің жұқа қабаты арқылы жылжуы арқылы қамтамасыз етіледі. ЖҚХ жүргізудің бірнеше әдістері бар, көбінесе өрлегіш элюациялау қолданылады. Ол үшін элюент хроматографиялық қондырғының түбіне құйылып, анықталатын зат тамызылған пластинаның төменгі бөлігі еріткішке салынады. Элюент төменнен жоғары қарай жылжиды.

Элюенттің берілу тәртібіне байланысты ЖҚХ үздіксіз, еселенген, сатылы, градиентті және екі өлшемді болып бөлінеді. Үздіксіз ЖҚХ-да еріткіш үнемі, еселенгенде - бірнеше рет қайталанып, сатылыда - әр түрлі еріткіштер қолданылады.

Егер қоспаның компоненттері боялған болса, олар анық көрінеді. Боялмаған дақтарды әртүрлі әдістермен айқындайды. Егер хроматограмманы иоды бар ыдысқа (иодты камера) салатын болса, компоненттер қоңыр дақтар түрінде айқындалып шығады. Сол сияқты хроматограмманы арнайы реагенттің көмегімен айқындауға болады. Көбінесе люминофор қосылады, ондай пластинаны жарықтандырғанда ( $\lambda=254$  нм) флюоресценцияланып, компоненттер дақ түрінде шығады.

## 20.5. Қағаздағы хроматография

Бөлу механизмі бойынша қағазды хроматография жіктегіш болып есептеледі. Әдіс компоненттердің екі араласпайтын фазалардың арасындағы әртүрлі жіктелу коэффициенттеріне негізделген. Қозғалмайтын фаза тасымалдаушының ролін атқаратын арнайы хроматографиялық қағазбен ұсталады. Қозғалмалы фаза қағаздың бойымен жылжиды.  $R_f$  мәні ЖҚХ-дағы сияқты анықталады. ЖҚХ-да сияқты өрлегіш, төмендегіш, көлденең, дөңгелек, градиентті және екі өлшемді түрлері қолданылады.

Қоспаны бөлу үшін зерттелетін қағазға тамызылады және бір шеті қозғалмалы фазаға салынады. Сұйық қағаздық бойымен көтеріліп, заттар орнын ауыстырып, бөлінеді.

### 20.1.6 Газды хроматография

Газды хроматографияда (ГХ) қозғалғыш фаза ретінде газ қолданылады және ол газ-тасымалдаушы деп аталады. ГХ-ның міндетті шартына заттарды газ тәріздес күйге ауыстыру жатады. ГХ газдыадсорбциялық (ГАХ газдыкатты) және газды сұйықтың (ГСХ) болып бөлінеді.

ГАХ-да қозғалмайтын фаза ретінде қатты адсорбент қолданылады, ал ГСХ-да қатты тасымалдаушы сұйықпен өңделеді. ГСХ жіктегіш хроматографияның бір түріне жатады. ГХ әдісі бойынша сараптама газды хроматографтарда жүргізіледі. Бөлінетін қоспа затты толық буландыратын температураға дейін қыздырылған детекторға беріледі, қоспаның пайда болған булары газ тасымалдаушының көмегімен температурасы хроматографиялық түтікке түседі. Түтікте қоспаны құраушыларға бөлініп, олар кезектесіп детекторға түседі, детектордың дыбысы тіркеліп, есептегіш интегратормен өңделеді.

Газ-тасымалдаушы детектордың табиғатына байланысты анықталады, мысалы жалынды ионизациялық детекторлар және катарометрлер қолданғанда гелий, сутегі, азот пайдаланылады. Электронды детекторлар үшін азот керек.

### Зертханалық жұмыс

#### Қағаздағы шеңберлі хроматография



Қағазда хроматографиялық әдіс үш негізгі кезеңнен тұрады: қағазға зерттелетін ерітіндіні енгізу, (аймақтардың бөлінуі) еріткішпен жуу және хроматограмманың әсер етуінен түссіз хроматограммалардың пайда болуы.

Фильтр қағазын алып дәл ортасынан ұзындығы 2 см, ені 1-2 мм білте (фитиль) қиямыз. Петр шыны ыдыстарын алып (диаметрі 1-1,5) кіші шыныға су құйып фильтр қағазынан қиылған білте суға батып тұратындай етіп саламыз да, фильтр қағазының дәл ортасын айалдыра пипеткамен 0,005 мл шамасында 2%  $\text{FeCl}_3$  және  $\text{CuSO}_4$  қоспасын тамызып Петр шынысының екінші жартысымен жауып қоямыз. 15-20 минут өткеннен кейін фильтр қағазын алып ондағы айнала пайда болған шеңберді  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - мен шеңберді айналдыра тамшылатамыз. Темірдің иондары бұл ретте Берлин аспанының көкшіл түрінде тұнбаға түседі, ал мыстың иондары ерімейтін көк темір түзеді. Фильтр қағазында екі боялған сақиналар көрінеді: ішкісі-көгілдір, сыртқы-қызғылт қоңыр.

### Тесттік тапсырма

1. Хроматография қандай мақсатта қолданылады:
  - A. көпкомпонентті қоспаларды дайындау үшін
  - B. сұйықтықтың тұтқырлығын аңқытау үшін
  - C. көпкомпонентті қоспаларды бөлу үшін.
  - D. молекулалық массасын анықтау үшін.
  - E. дұрыс жауабы жоқ.
2. Адсорбциялық хроматография негізделген:
  - A. бөлінетін заттардың әртүрлі адсорбциялаушы қасиетіне
  - B. бөлінетін заттардың радиус шамаларына
  - C. комплексті қосылыстардың тұрақсыздық константасын анықтауға
  - D. редокс-потенциалдардың шамасына
  - E. дұрыс жауабы жоқ
3. Жіктегіш хроматография негізделген:
  - A. адсорбциялауға қабылеттілікті анықтауға
  - B. әртүрлі жіктегіш коэффициенттеріне

- C. ерігіштік константасын анықтауға
  - D. электрон тасымалдаушы реакциялардың константаларына
  - E. дұрыс жауабы жок
4. Жіктегіш хроматографиядағы  $R_f$  :
- A. радиустың шамасы
  - B. заттың хроматограммадағы орнын сипаттайтын константа
  - C. тотығу дәрежесі
  - D. хроматограмманың ұзындығы
  - E. дұрыс жауабы жок.
5. Заттардың өзара араласпайтын екі фазаның арасында әртүрлі жіктелуіне негізделген қоспаларды бөлу әдісі:
- A. хроматография
  - B. айдау
  - C. фильтрлеу
  - D. қайталап кристалдау
  - E. бірден булану
6. Қозғалмайтын фаза:
- A. сұйық немесе қатты зат
  - B. тек қана сұйық
  - C. тек қана қатты зат
  - D. газ
  - E. газ немесе сұйық
7. Қозғалмалы фаза:
- A. сұйық немесе қатты зат
  - B. тек қана сұйық
  - C. тек қана қатты зат
  - D. газ
  - E. газ немесе сұйық
8. Қозғалмайтын фазасы сұйық хроматографияның аты:
- A. жіктегіш



В. адсорбциялық

С. хемосорбциялық

Д. түтікті

Е. жазықтық

9. Қозғалмайтын фазасы қатты хроматографияның аты:

А. жіктегіш

В. адсорбциялық

С. хемосорбциялық

Д. түтікті

Е. жазықтық

10. Қозғалмайтын фазасы түтікте орналасқан хроматографияның аты:

А. жіктегіш

В. адсорбциялық

С. хемосорбциялық

Д. түтікті

Е. жазықтық

11. Жұқа қабатты хроматографияда қолданылатын сорбент:

А. алюминий оксиді

В. натрий хлориді

С. крахмал

Д. хлороформ

Е. белсенділендірілген көмір

12. Түтіктің бойымен белгілі бір ретте орналасатын тұнбалардың әртүрлі ерігіштігіне негізделген хроматографияның түрі:

А. тұндырғыш хроматография

В. ион алмасқыш хроматография

С. жұқа қабатты хроматография

Д. қағазды хроматография

Е. газды хроматография

13. Сынаманың барлық компоненттерін таза күйде бөліп шығаруға мүмкіндік беретін сараптау әдісі:

- A. шептік
- B. элюентті
- C. ығыстырғыш
- D. аналитикалық
- E. дұрыс жауабы жоқ

14. Хроматографияның сынаманы хроматографиялық жүйеге енгізу тәртібіне байланысты түрі:

- A. ығыстырғыш
- B. газды
- C. сұйықтық
- D. қағазды
- E. ион алмасқыш

15. Компоненттердің бөлінуге қабылетінің сандық бағасы:

- A. жіктелу коэффициенті
- B. тұндыру коэффициенті
- C. анықтау коэффициенті
- D. еру коэффициенті
- E. дұрыс жауабы жоқ

## 21. Дисперстік жүйелер

Егер дисперстелген (ұсақталған) бір зат басқа бір заттың барлық көлемінде бірдей бөлініп орналасса, ондай жүйе дисперстік деп аталады. Дисперстік жүйелер дисперстік фаза, дисперсиялық орта және дисперстеу дәрежесімен сипатталады. Дисперстік жүйелердегі ұсақталған зат дисперстік фаза, ұсақталған зат орналасқан орта дисперслық орта деп аталады.

$$D = 1/a; \text{ см}^{-1}$$

Дисперстік жүйелер дисперстелу дәрежесіне және дисперстік фаза мен дисперслық ортаның агрегаттық күйіне байланысты жіктеледі. Бөлшектердің



дисперстелу дәрежесіне байланысты дисперстік жүйелер келесі бірнеше топтарға бөлінеді.

1. Ірі дисперстік жүйелер. Олардағы бөлшектердің мөлшері  $10^{-3} - 10^{-4}$  см болады. Мұндай жүйелерге суспензиялар мен эмульсиялар жатады. Қатты заттары сұйық дисперсиялық ортада болатын жүйелер суспензиялар деп аталады. Мысалы, крахмалдың, саз балшықтың, т.б. судағы ерітінділер. Екі араласпайтын сұйықтан түзілген жүйелер эмульсия деп аталады. Мысалы, судағы май, бензол, толуол немесе суттегі май тамшылары, т.б.

2. Коллоидтық жүйелер. Олардағы бөлшектердің мөлшері  $10^{-5} - 10^{-7}$  см аралығында болады. Мұндай бөлшектер фильтрленген қағаз арқылы өткенімен, жануар мен өсімдік мембраналары арқылы өтпейді. Коллоидтық жүйелерге альбумин, желатин ерітінділерін, күмістің, алтынның, күкіртті мышьяқтың коллоидтық ерітінділерін жатқызуға болады.

3. Молекулалы-дисперстік жүйелер. Олардағы бөлшектердің мөлшері  $10^{-7}$  см аспайды. Электролитестердің (мочевина, глюкоза, сахароза, спирт, т.б.) нақты ерітінділері осы аталған жүйеге жатады.

4. Ионды-дисперстік жүйелер. Оларға бөлшектері өте кішкентай ( $10^{-10}$  см) болып келген электролиттердің, мысалы, қышқылдар, тұздар, негіздердің ерітінділері жатады.

Фазалардың агрегаттық күйені байланысты дисперстік жүйелер 8 топқа жіктеледі:

- 1) г\с (тұман)    2) г\к (түтін)
- 3) с\г (көбіктер)    4) с\с (эмульсия-сүт)
- 5) с\к (коллоидтар)    6) к\г (пемза)
- 7) к\с (жемчуг)    8) к-к (рубин)

### 21.1. Коллоидты – дисперстік жүйелер, олардың алынуы және тазартылу

Коллоидтық ерітінділерді басқаша зольдер деп те атайды. Олар еріткішке байланысты гидрозоль, алкозоль, бензозоль, этерозоль болып бөлінеді. Коллоидтық ерітінділердің дисперстік фазаларының дисперсиялық ортамен

әрекеттесуі олардың маңызды сипаттамасы болып есептеледі және осыған байланысты зольдер 2 топқа бөлінеді:

1. Зольдердің бөлшектері еріткішпен нашар әрекеттесетін коллоидтар лиофобты, егер еріткіш су болса, гидрофобты деп аталады. Оларға металдардың, кейбір гидроксидтердің ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) тұздардың ( $\text{AgI}$ ,  $\text{As}_2$ ,  $\text{S}_3$ ) канифольдің зольдері жатады.

2. Дисперстелген бөлшектер еріткішпен әрекеттесетін коллоидтар лиофильді деп аталады, егер еріткіш су болса, гидрофильді болады. Оларға белоктың, крахмалдың, желатиннің ерітінділері жатады. Оларды басқаша ЖМҚ-тардың нақты ерітінділері деп те атайды.

**Коллоидтық ерітінді алу үшін мына ережелерді сақтау керек:**

1. Зат бөлшектерінің мөлшері  $10^{-5} - 10^{-7}$  см тең болуы керек.

2. Коллоидтық бөлшектердің (дисперстік фаза) дисперсиялық ортада нашар еруі керек. Олардың бірікпеуін қамтамасыз ету үшін коллоидтық бөлшектің беткейінде ионды-гидраттық қабықша түзетін стабилизатор (электролит иондары) қолданылады. Коллоидтық ерітінді алудың 2 түрі әдісі бар: дисперсиялық немесе ірі бөлшектерді ұсақтау және конденсациялық немесе ұсақ бөлшектерді ірілендіру әдістері.

Дисперсиялық әдіс 2 бөлінеді:

1. механикалық

2. химиялық (пептизациялау)

Механикалық ұсақтау әдісі үшін коллоидтық және шар тәріздес диірмендер қолданылады. Кейінгі кездерде заттарды дисперстеу үшін ультрадыбыс әдісі қолданылып жүр. Бұл әдістің механизмі күрделі және аз зерттелген. Пептизация (химиялық дисперстеу) әдісі бойынша дисперстеуші заттар (пептизаторлар) гельді зольге айналдырады. Бұл әдіс көбіне іркілдек тұнбалар, мысалы,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  т.б. үшін қолданылады.

Конденсациялық әдістердің негізіне әртүрлі химиялық реакциялар жатады, соған байланысты тотығу, тотықсыздану, алмаса ыдырау, гидролиз әдістері т.б. кездеседі. Мысалы:



1. Тотығу әдісі:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
2. Тотықсыздану әдісі:  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$
3. Алмаса ыдырау:  $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{KCl}$
4. Гидролиз әдісі.  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$   
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

Сол сияқты еріткішті алмастыру әдісі қолданылады. Бұл әдіс бойынша еріген зат ерітіндіден еріткішті өзгерту арқылы жоғары дисперстік ерімеген фаза түрінде бөлініп алынады.

Тұрақтылығы жоғары коллоидтық ерітінділер алу үшін зольдерді құрамындағы қоспалардан, әсіресе электролиттердің артық мөлшерінен тазарту керек. Оның бірнеше әдістері бар, соның ішінде:

1. Диализ әдісі коллоидтық ерітінділерді өсімдік, жануар және жасанды мембраналар арқылы өтетін қоспалардан тазарту үшін қолданылады.

2. Тұрақты электр тоғын пайдаланып диализ әдісін қолдану электрлідиализ деп аталады.

3. Компенсациялық диализ және вивидиализ әдісі биологиялық сұйықтардың коллоидтық ерітінділеріндегі әр түрлі заттардың концентрациясын анықтау үшін қолданылады. Вивидиализ әдісі қанның құрамындағы заттарды анықтауға арналған. Компенсациялық вивидиффузияға негізделіп жасалған «жасанды бүйрек» құралын пайдаланып, қанды зат алмасу өнімдерінен тазартуға, яғни ауру бүйректің жұмысын атқаруға болады. Бұл аппарат сулемамен, сульфаниламидты дәрі-дәрмекпен уланғанда, қатты күйгенд, токсикоз кезінде т.б. жағдайларда қолданылады.

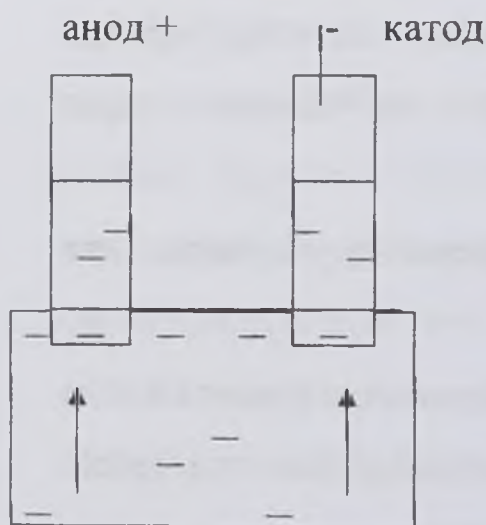
4. Ультрафилтрлеу әдісі бойынша дисперстік фаза дисперсиялық ортадан бөлініп алынады.

## 21.2. Коллоидтық ерітінділердің оптикалық қасиеттері

Коллоидтық жүйелердің оптикалық қасиеттері бойынша ерітінділердің табиғаты, олардың концентрациясы, бөлшектердің мөлшері т.б. анықталады. Жарықтың сәулесі коллоидтық бөлшектерге түскенде дифракция құбылысы байқалады. Мөлшері жарық толқындарының ұзындығынан үлкен бөлшектердің

беткейіне жарық сәулесі түскенде олар кейін қарай шағылысады. Ал бөлшектердің мөлшері жарық толқынның жарты ұзындығына сәйкес келгенде жарықтың дифракциялық шашырауы байқалады. Бұл құбылысты алғаш рет А.В. Ломоносов, одан кейін Фарадей және Тиндаль (1869ж) бақылаған. Сол себепті құбылыс Тиндаль конусы деп аталып, коллоидтық ерітінділерді анықтау үшін қолданылады.

1809 жылы Москва университетінің профессоры Рейсс белгісіз екі құбылысты бақылап, зерттеген. Ол саз балшыққа екі шыны түтікті орналастырып, олардың түбіне құм салып, түтіктерді сумен толтырып, екі электрод орналастырады.



Рейсс схемасы.

Электр тоғын жібергенде саз балшықтың бөлшектері құм арқылы өтіп, оң зарядталған электродқа, анодқа қарай бағытталады, осыдан олардың заряды теріс деген түсінік туады. Теріс электродты (катод) түтіктегі судың деңгейі көтеріліп, ал оң электродты (анод) түтіктегі судың деңгейі төмендеуіне байланысты, судың оң заряды туралы қорытынды жасауға болады. Осылайша электродтарда потенциалдар айырмасы пайда болған кезде дисперстік фаза (балшықтың бөлшектері) мен дисперсиялық орта (су) қарама-қарсы бағытта қозғалады. Дисперстік фаза бөлшектерінің электр өрісінде қарама-қарсы зарядталған электродқа қарай қозғалуын электрофорез деп атайды, ал дисперсиялық ортаның электр өрісінде қарама-қарсы электродқа қарай қозғалуы электроосмос деп аталады. Электр өрісінде қатты және сұйық фазалардың өзара алмасып қозғалуын электрлікинетикалық құбылыстар деп



атайды. Дисперстік жүйелер ғана емес, сол сияқты коллоидтық бөлшектердің де зарядтары болады.

### 21.3. Коллоидты бөлшек зарядтарының түзілуі және оларды анықтау әдістері

Коллоидтық бөлшектердің электрлік қасиеттері олардың зарядына байланысты, ал зарядтар иондардың адсорбциялануы және қос электр қабатының түзілуі нәтижесінде пайда болады. Коллоидтық ертінділердің зарядтары 2 түрлі әдіспен түзілуі мүмкін.

1. Диссоциация әдісі (гидрофильдік зольдерде).

2. Адсорбциялық әдіс (гидрофобтық зольдерде).

1. Гидрофильдік зольдердің қышқылдық немесе сілтілік ортада диссоциациялануына байланысты олардың беткейі оң немесе теріс зарядталады.

Осыған байланысты дисперсиялы орта қарама-қарсы зарядталып, қос электр қабаты түзіледі.

2. Гидрофобтық зольдерде қозғалмайтын адсорбциялық және қозғалмалы диффузиялық қабаттардың арасында қос электр қабаты пайда болады, себебі олар қарама-қарсы зарядталады.

Коллоидтық бөлшектердің зарядтарын анықтаудың мынадай әдістері бар:

1. Электрофорез әдісі. 2. Капиллярлау әдісі.

1. Электрофорез әдісі бойынша екі тармақтан тұратын шыны түтікке коллоидтық ертінді құйылып, электродтар салынады. Электр тогы жіберілгенде коллоидтық бөлшектер белгілі бір бағытта қозғалып, түтіктің бір тармағында шоғырланады. Коллоидтық бөлшектің заряды оның қандай электродтын маңайында шоғырланғанына байланысты анықталады.

2. Капиллярлау әдісімен зарядтың таңбасын анықтау үшін фильтрленген қағазды пайдалануға болады. Целлюлоза суда  $H^+$  - иондарын бөліп шығаратын болғандықтан, қағаздың капиллярлар жақтауы теріс зарядталады

Егер қағазға оң зарядталған бөлшектері бар ертінді тамызылатын болса, су капилляр арқылы оңай өтеді де, ал бөлшектер капиллярдың жақтауларында

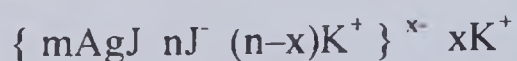
адсорбцияланады. Сол себепті үлкен түссіз аймағы бар боялған дақ пайда болады.

Егер бөлшектер теріс зарядталған болса, жіңішке түссіз аймағы бар үлкен боялған дақ пайда болады, себебі бөлшектер сумен бірге өтіп, тамшы орталығынан алыстайды.

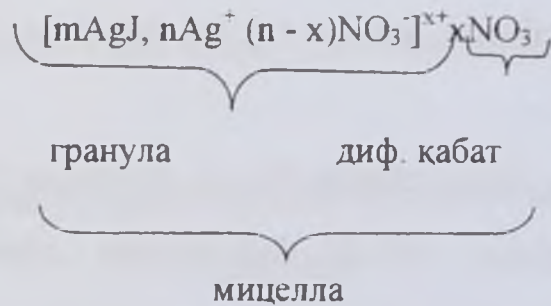
#### 21.4. Коллоидты бөлшектердің құылысы. Электрлі кинетикалық потенциал. Изoeлектрлік нүкте

Коллоидтық бөлшектің ядросы мицелланың негізін құрайды және бейтарап молекулалардан немесе атомдардан тұрады. Панет–Фаянстың ережесі бойынша ядроның беткейінде артың мөлшерде алынған және ядроның құрамында кездесетін иондар адсорбцияланады. Түзілген қабат адсорбциялық қабат деп аталады және адсорбцияланған ионның зарядына ие болады. Ядроның беткейінде адсорбцияланған және ядроны зарядтап тұрған ион потенциал анықтаушы ион деп аталады. Потенциал анықтаушы ионға қарсы зарядталған ион қарсы ион деп аталады, оның бір бөлігі адсорбциялық, екінші бөлігі диффузиялық қабатта орналасқан. Ядро мен адсорбциялық қабаттың қосындысы гранула деп, гранула мен диффузиялық қабаттың қосындысы мицелла деп аталады.

Осыдан, мицелла дегеніміз электрбейтарап коллоидтық бөлшек деп қорытынды жасауға болады. Мицелла ядродан, адсорбциялық (қозғалмайтын) және диффузиялық (қозғалмалы) қабаттардан тұрады. Коллоидтық ертінді арқылы тұрақты ток жіберетін болсақ, электродтарға қарай мицелла емес, гранула қозғалатын болады. Коллоидтық бөлшектер қозғалғанда адсорбциялық және диффузиялық қабаттардың бөлінуі нәтижесінде түзілген потенциалдар айырмасы дзета–потенциал немесе электрлі кинетикалық потенциал деп аталады. Дзета–потенциалдың таңбасы потенциал анықтаушы ионның таңбасымен анықталады. Мицелланың коллоидты–химиялық формуласын мынадай жобамен көрсетуге болады:  $\text{AgNO}_3 + \text{KJ} - \text{AgJ} + \text{KNO}_3$

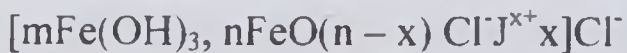
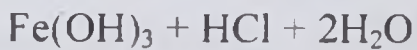






Изоэлектрлік күйге сәйкес келетін рН мәні изоэлектр нүктесі деп аталады.

Мицелла құрылысы  $Fe(OH)_3$ :

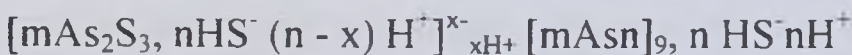


Күкіртті мышьяк золінің құрылысы



0,1 – 0,001

Стабилизатор (газ)



### Тесттік тапсырма

1. Ірі дисперстік жүйелердің бөлшектерінің мөлшері ( М ) қандай болады:

- A.  $10^{-9}$
- B.  $10^{-9} - 10^{-7}$
- C.  $10^{-7} - 10^{-5}$
- D.  $10^{-9} - 10^{-5}$
- E.  $> 10^{-7}$

2. Микрогетерогенді бөлшектердің мөлшері ( М ) қандай болады?

- A.  $10^{-9}$
- B.  $10^{-9} - 10^{-7}$
- C.  $10^{-7} - 10^{-5}$
- D.  $10^{-9} - 10^{-5}$
- E.  $10^{-5}$

3. Сұйық – газ жүйені көрсетіңіз

- A. аэрозольдер
- B. көбіктер
- C. эмульсиялар
- D. суспензиялар
- E. солидозольдер

4. Дисперстік жүйелердің оптикалық қасиеттері қалай аталады:

- A. Дорн конусы
- B. Квинке конусы
- C. Тиндаль конусы
- D. Броун қозғалысы
- E. Рейсс тәжірибесі

5. Қандай құбылыс дисперстік жүйелердің оптикалық қасиеттеріне жатады?

- A. диффузия
- B. дихроизм
- C. Броундық қозғалыс
- D. осмос
- E. жарықты шағылыстыру

6. Қандай құбылыс дисперстік жүйелердің оптикалық қасиеттеріне жатады?

- A. диффузия
- B. Броундық қозғалыс
- C. опалесценция
- D. осмос
- E. дұрыс жауабы жоқ

7. Қандай құбылыс дисперстік жүйелердің молекулалы - кинетикалық қасиеттеріне жатады?

- A. электрліфорез
- B. электрліосмос
- C. диффузия



D. опалесценция

E. дихроизм

8. Қандай құбылыс дисперстік жүйелердің молекулалы – кинетикалық қасиеттеріне

жатады?

A. Броундық қозғалыс

B. опалесценция

C. дихроизм

D. Тиндаль конусы

E. электрліфорез

9. Лиофобты зольдерді алу үшін қандай химиялық әдіс қолданылады?

A. бейтараптану

B. этерификация

C. диссоциация

D. комплекс түзу

E. тотығу – тотықсыздану

10. Лиофобты зольдерді алу үшін қандай химиялық әдіс қолданылады?

A. бейтараптану

B. диссоциация

C. комплекс түзу

D. гидролиз

E. этерификация

11. Лиофобты зольдерді алу үшін қолданылатын реакцияны көрсетіңіз:

A. бейтараптану

B. алмасу

C. этерификация

D. диссоциация

E. иондалу

12. Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы деген не

A. коллоидтық бөлшектердің аспалы күйде болуы

- B. химиялық реакцияға түсу қабілеті
- C. химиялық реакцияға түспеу
- D. коллоидтық бөлшектердің тұнбаға түсуі
- E. дұрыс жауабы жоқ

13. Нақты ертінділердегі бөлшектердің мөлшері (M) қандай болады?

- A.  $< 10^{-9}$
- B.  $10^{-9} - 10^{-7}$
- C.  $10^{-7} - 10^{-5}$
- D.  $10^{-9} - 10^{-5}$
- E.  $> 10^{-5}$

## 22. Коллоидтық жүйелердің коагуляциясы және тұрақтылығы

### 22.1. Дисперсті жүйенің тұрақтылығы

Коллоидты жүйелер дисперсті фаза мен дисперстік орта арасындағы өзара әрекеттесудің әлсіз болатындығымен, тұрақсыздығымен, уақыт өткен сайын өзінің дисперстілігін кемітуге бейімділігімен сипатталады. Коллоидты жүйенің тұрақтылығы химиядағы өзекті мәселелердің бірі. Лиофобты коллоидты жүйенің тұрақтылығы Н. Песковтың пікірі бойынша, дисперсті фаза мен дисперстік ортаның болуымен қатар, тұрақтандырушы заттың қатысуына да байланысты. Ерітіндіде еріген күйде кездесетін тұрақтылықтың негізгі міндетті бөлшек айналасында сольватты қабат тудыру болып табылады. Ал П. Ребиндердің ойынша ондағы сольваттық қабаттың пайда болуы коллоидты ерітіндінің ұюына механикалық тұрғыдан бөгет жасайды. Коллоидты ерітінділердің сольваттығын арттыратын, яғни оны лиофилдейтін процесс зольдердің тұрақтылығын арттырады. Коллоидты ерітіндінің ұюын тудыратын электролиттің ең аз концентрациясын ұю табалдырығы дейді және ол моль/л өлшенеді. Лиофобты зольдердің тұрақтылығын тәжірибе кезінде алынған мәлеметтерге сәйкес сан жағынан сипаттайтын қатынас физикалық теория негізінде алынады. Бұл теория бойынша коллоидты жүйенің мән-жайы бөлшектердің тартылыс және тебіліс күштерінің қатынасымен анықталады.



Б. Дерягин шәкірттерімен бірге, судағы электролит ерітіндісінің екі жақты жұқа қабатта туындайтын сыналы қысымды тәжірибе кезінде өлшеді. Сондай-ақ, ол шар тәрізді екі бөлшек арасындағы тебіліс энергиясын да есептеп шығарады.

Золь тұрақтылығына едеуір ықпал ететін екінші тектегі күш- бөлшектердің арасындағы өзара тартылыс күші. Олардың табиғаты бейтарап молекулалар арасындағы әсер етуші күштердікіндей. Мұндай күштердің болуын пайдаланып, Ван-дер-Ваальс нақтылы газдар мен сұйықтың қасиеттерін түсіндірді. Молекулааралық күштердің пайда болуы дипольдердің әрекеттесуімен байланысты.

Потенциалды қисықтың абсцисса өсімен бірігуі тез коагуляция құбылысының бастапқы кезеңіне сәйкес болады. Осындағы бөлшектердің әсері қақтығысуы бола алатындай бірден-бір тиімді концентрация мәнін теориялық тұжырымдау тұрғысынан Б. Дерягин мен Л. Ландау қарастырып, келесі теңдеуді ұсынады:

$$C_k = A \frac{(kT)^5}{e^6 z^6}$$

Мұндағы А-тұрақты шама, ол катион зарядының анион зарядына қатынасы мен диэлектрлік сіндіруге тәуелді; k- Больцман тұратысы; e- электрон заряды; Z- коагуляциялаушы ионның валенттілігі; C- коагуляциялаушы электролит концентрациясы.

## 22.2. Дисперсті жүйенің коагуляциясы

Коллоидты бөлшектердің ірілену жылдамдығы әртүрлі. Мысалы, алтын сияқты асыл металдардың золі өте тұрақты, ал кейбір топтағылар айлап, апталап, тәуліктеп қана өзгерссіз қалады, келесі бір топтағылар тұрақтылығы сағатпен, мин, сек-пен өлшенеді. Коллоидты ерітінділердің термодинамикалық тепе-теңсіздігі мен олардың бұзылу жылдамдықтарының араларында белгілі бір тәуелділік жоқ. Мұндай өзгерістерді тек жекеленген коллоидты жүйедегі бөлшектердің ірілену механизмін нақтылы зерттеп қана сипаттауға болады.

Коллоидты ерітінділердің дисперстілігін азайтудың екі тәсілі бар

1. Қайта кристалдану кезінде кездесетін ұсақ бөлшектердің ірілерге келіп енуімен жүзеге асады.

2. Дисперсті фазадағы бөлшектердің бір-біріне жабысуы және оны коагуляция, яғни коллоидты ерітіндінің ұюы деп атайды.

### 22.3. Электролиттер арқылы коагуляциядағы негізгі заңдылықтар

1. Коагуляцияны кез келген электролит тудырады, бірақ оның жылдамдығы электролит концентрациясы белгілі бір мәнге жеткенде ғана байқалады; осы мәннен асканда коллоидты ерітіндінің коагуляциясы байқалатын ең кіші концентрацияны «ұю кадамы» дейді;

2. Коллоидты бөлшек зарядына, тек электролиттегі кері зарядталған ионның ғана коагуляция қабілеті байқалады және мұндай электролиттің валенттілігі көбейген сайын оның коагуляция қабілеті де артады; мұны күкіртті мышьяк гидрозолінің коагуляциясын зерттегенде 1882 жылы Шульц және 1900 жылы Гарди бірінші болып анықталғандықтан, Шульц-Гарди ережесі деп те атайды;

3. Органикалық қатардағы иондардың коагуляция әсері, олардың адсорбциялық қабілетіне орай өседі;

4. Бейорганикалық иондар қатарында, олардың гидротациялану активтілігі валенттілік төмендеген сайын коагуляциясы артады; мысалы, бір валентті катиондар мен аниондар қатарындағы олардың гидротациялану және коагуляция белсенділіктері келесі жүйе бойынша өзгереді:



Мұндай бір валенттіліктегі гидротация дәрежесінің кему ретінде орай орналасқан қатарларды лиотропты немесе Гофмейстер қатары деп атайды;

5. Көбінесе коагуляция процесі басталған сәтте дзета-потенциал төмендеп, өз шегіне жетеді;

6. Электролит қосып ұйытылған коллоидты ерітіндідегі тұнбаға ұйып түскен шөгіндіде, әрқашан оны осы күйге жеткізген иондар бірге болады; мысалы, барий хлоридінің көмегімен күкіртті мышьяктің золін ұйытқанда



тұнбаға түскен теріс зарядталған бөлшектерден тұратын шөгіндімен бірге барий катионының едеуір саны кездеседі.

#### 22.4. Микрогетерогенді жүйелер. Коллоидтық ББЗ

Аэрозольдер, олардың жіктелуі, алынуы және қасиеттері.

Бөлшектерінің мөлшері 10сінде  $10^{-5}$ - $10^{-7}$  см-ден әлде қайда жоғары болып келетін жүйелер микрогетерогенді деп аталады. Олардың бөлшектері кәдімгі микроскопен көрінеді, тез тұнбаға түседі (тұнбадан көтеріледі). Оларға аэрозольдер, суспензиялар, эмульсиялар, көбіктер, ұнтақтар жатады.

Аэрозольдерге дисперстік фазаның сұйық немесе қатты бөлшектері газдың көлемінде таралған дисперстік жүйелер жатады. Бөлшектердің мөлшері 100-10000 нм аралығында болатындықтан коллоидтық және ірі дисперстік жүйелерді қамтиды.

Аэрозольдер 2 түрге бөлінеді: газдағы сұйық (с/г) және газдағы қатты зат (к/г). С/г түріне жататын аэрозольдер тұман, ал к/г - түтін немесе шаң деп аталады. Өндірістік практикада аралас аэрозольдер жиі кездеседі, олар көк түтін деп аталады (к, с/г).

Аэрозольдер , басқа дисперстік жүйелер сияқты, конденсациялық және дисперсиялық әдістермен алынады. Мысалы, су буларының ауадан конденсациялануы нәтижесінде табиғи тұмандар және бұлттар пайда болады; жану өнімдері (толық жанбаған көміртегі және су буы) конденсациялағанда өндірістік түтін пайда болады. Аэрозольдер заттардың химиялық әрекеттесуі нәтижесінде де пайда болуы мүмкін, мысалы аммиак және хлор сутегі, күкірттің оксиді және су буы, т.б. Әр түрлі өндірістік процестердің барысында, мысалы материалдар механикалық өңделгенде, аэрозольдер дисперсиялық әдіспен туындайды. Мысалы, тиеу-түсіру, жару және ауыл шаруашылық жұмыстары барысында, цементті үгіткенде, т.б. жағдайларда шанның пайда болуы.

Арнайы құралдардың (пульверизатор) көмегімен медицинада және ауыл шаруашылығының зиян кестерімен күрес жүргізу үшін қолданылатын аэрозольдер алынады.

Аэрозольдер ББЗ-ң қатысуынсыз алынады, сол себепті агрегатты тұрақсыз, бірақ газды дисперсиялық ортаның ерекшеліктеріне байланысты, жоғары седименттік тұрақтылық көрсетеді.

Аэрозольдердің көптеген қасиеттері коллоидтарға ұқсас: оларға термодинамикалық тұрақтылық, броундық қозғалыс, диффузия, седименттелу, Тиндаль әсері, талғампаз жарық шашырату, электрліфорез, т.б. тән. Бірақ газды дисперсиялық орта ерекшеліктер енгізеді: жарықты шашырату күштірек, броундық қозғалыс және диффузия жылдамырақ жүреді, аэрозольдердің дисперстік жүйелерінің жүйелерінің электрлік заряды өте аз, ал ауа электр тогын нашар өткізетін болғандықтан, электрліфорез нашар жүреді.

Аэрозольдердің айрықша қасиеттеріне термофорез және термопреципитация жатады, яғни аэрозольдердің дисперстік бөлшектерінің ысыған беткейден бөлінуі және суық беткейде тұнуы. Дерягиннің түсіндіруі бойынша газдың молекулалары ыстық беткейден жоғары жылдамдықпен бөлініп, дисперстік бөлшектерді суық кеңістікке қарай «итереді». Тағы да бір айрықша қасиеттеріне фотофорез, яғни аэрозоль бөлшектерінің жарыққа қарай және жарықтан бағыттталып, қозғалуы жатады, әсіресе, боялған аэрозольдердің дисперстік бөлшектерінің фотофорезі күштірек.

Аэрозольдердің бөлшектері ауаның конвекциялық ағынына байланысты ұзақ уақыт ілінген күйде болып, кинетикалық тұрақтылық көрсетеді.

Аэрозоль бөлшектерінің қос электр қабаты болмайды, бірақ белгілі бір жағдайларда зарядталады. Тәжірибелік деректер бойынша металдар мен олардың оксидтерінің бөлшектері теріс, ал бей металдардікі оң зарядталады. Мысалы крахмалдың аэрозолі оң, ал ұнның бөлшектері теріс зарядталған.

Аэрозольдердің зарядталуы дисперсиялық әдіспен түзілгенде де пайда болуы мүмкін, ірі және ұсақ бөлшектер қарама-қарсы зарядталады, сол себепті кернеуі жоғары электр өрісі түзіледі. Егер кернеу өте жоғары болса, ауа жарылады, яғни найзағайды бақылауға болады.

Аэрозольдердің жекеленген бөлшектерінің электр заряды үлкен емес, сондықтан аэрозольдердің агрегаттық тұрақтылығына әсер ете алмайды.



Дисперстігі және кинетикалық тұрақтылығы жоғары болғанымен, аэрозольдер агрегатты тұрақсыз. Коагуляцияға оңай ұшырайды, әсіресе, аэрозольдер полидисперсті және бөлшектер қарама-қарсы зарядталса, коагуляция өте тез жүреді.

#### Аэрозольдердің зияны және биологиялық маңызы.

Аэрозольдер – кейбір дерттердің себепшілері болып табылады. Мысалы:

Ұнтақтаушы қондырғылардың жұмысы барысында пайда болатын шаң антисанитариялық жағдайлар туындатады. Кейбір металл оксидтерінің аэрозольдері аса қауіпті болып есептеледі, себебі олар өкпеге түсіп, өкпе ұлпасын зақымдайды және ағзаның өкпе инфекцияларына төзімділігін төмендетеді. Мұндай өкпенің шаңды фиброзы пневмокониоз деп аталады. Шаңның құрамына байланысты пневмокониоздың сан-алуан түрлері кездеседі, мысалы, силикоз, асбестоз, алюминоз, антракоз, т.б.

Кез келген пневмокониозда тыныс алу мүшелеріне түскен шаңның бөлшектері өздері шектесетін ұлпалармен әрекеттеседі және ол тек қана механикалық емес, сол сияқты физикалы-химиялық сипатты да болып келеді. Оған қосымша, бұл бөлшектер еріп, жалпы лимфоағын мен қан ағымына түсіп, жалпы ағзаның күйіне әсер етеді.

Аэрозольдер, екінші жағынан, дәрілік заттар ретінде қолданылады. Мысалы, биологиялық белсенді заттардың аэрозольдері науқастардың тыныс алу мүшелеріне, ағзаның әртүрлі бөліктеріне және дененің сыртқы кеңістіктеріне жіберілуі физиотерапияның бір әдісіне жатады (аэрозольді терапия). Өкпенің жұқпалы дерттерін, тыныс алу мүшелерін емдегенде әртүрлі антибиотиктердің аэрозольдерінің ингаляциясы қолданылады. Аэрозоль – антибиотиктердің әсерінен микрофлора өзгереді және микробтардың орнында сапрофиттер пайда болады.

Кейбір дәрілік аэрозольдер тері жараларын жуып, шаю үшін қолданылады.

Атропин, адреналин, эфедрин, т.б. аэрозольдері кеңірдекті кеңейткіш ретінде жиі қолданылады. Қақырықты сұйылту және бөлу үшін NaCl,

минералды сулар, эфир майларының изотоникалық ерітінділерінің аэрозольдері тағайындалады.

Кейінгі кезде кейбір ферменттердің (трипсин, панкреатин, лидаза) аэрозольдері пайдаланылады. Жергілікті аэрозольді терапия жараларды, күйіктерді, ашық жараларды емдеу үшін, сол сияқты стоматология мен гинекологияда қолданады.

Суспензиялар. Дисперсиялық ортасы сұйық, дисперстік фазасы қатты дисперстік жүйелер суспензиялар деп аталады. Оларға, мысалы, балшықтың, цементтің, әктің ерітінділері, балшықтар, майлы қою бояулар, крахмал сүті, пасталар т.б. жатады.

Дисперстік фазаның салыстырмалы мөлшеріне байланысты суспензиялар 3-ке бөлінеді: сұйытылған, концентрленген және аса концентрленген. Соңғылары көбінесе паста деп аталады.

Суспензиялар дисперсиялық және конденсациялық әдістермен алынады. Ұнтақты сұйықпен араластырғанда, суспензия алынады, қарама-қарсы, суспензияны ақырын кептіргенде ұнтақ пайда болады.

Дисперстік фаза бөлшектерінің мөлшері үлкен болғандықтан суспензияларда броундық қозғалыс болмайды. Сол себепті диффузия жүрмейді. Соған байланысты кинетикалық қасиеттер (осмос, седименттік тұрақтылық, т.б.) көрсетпейді.

Сұйытылған суспензияларда седиментация тез жүреді немесе дисперстік фазаның бөлшектері бөлініп, концентрленген суспензия қабатын және ашылған сұйық қабат түзеді. Суспензия ұзақ уақыт тұрғанда, тығыздалып, пастаға айналады.

Дисперстік фазасы мен дисперсиялық ортаның тығыздық бойынша айырмашылықтары аз болғандықтан седиментация нашар жүретін суспензиялар жүзгіндер деп аталады. Суспензиялар, лиофобты зольдер сияқты, дисперсиялық ортаның тұтқырлығына, мицелланын диффузиялық қабатының қалыңдығына, температураға, электролиттерге, т.б. тәуелді болатын агрегаттық



тұрақсыздық көрсетеді. Мысалы, электролиттің концентрациясы жоғарылағанда суспензия коагуляцияланып, жүйенің жіктелуі тездейді.

Суспензияларға электрлікинетикалық қасиеттер тән, электрліфорез және электрліосмос алғашқы рет балшықта бақыланған.

Суспензияның дисперстік фазасының бөлшектреін кәдімгі микроскоппен көруге болады, сол себепті Тиндаль құбылысын сұйытылған суспензияларда бақылауға болады, концентрленген суспензияларда, әсіресе пасталарда жарықтың байқау мүмкін емес. Осындай себептерге байланысты дифракцияны да суспензияларда байқау мүмкін емес.

Суспензиялардың ерекше қасиетіне олардың құрылымдануы жатады. Ребиндердің түсініктемесі бойынша, дисперстік фазаның бөлшектерінен торша, кеңістіктің пайда болып, оның ілгектерінде дисперсиялық ортаның орналасуы құрылымдану болып есептеледі. Сырттай бұл құбылысты жүйенің өте жоғары тұтқырлығының оның қабаттарының өзара қозғалысының күшеюіне байланысты төмендеп, жүйенің ұзақ уақыт тыныштықта болғанда, катты күйге-гельге айналуы деп түсіндіруге болады.

Суспензиялардың құрылымдануы вандерваальс немесе электрлістатикалық күштердің арқасында жүреді, егер физикалық күштердің арқасында орындалса, пластикалық гелдер түзіледі. Мұндай гель механикалық әсерден аққыш күйге ауысуы мүмкін, бірақ біраз уақыт тыныштықта тұрса, қайтадан гельге айналады. Бұл құбылыс тиксотропия деп аталады.

Эмульсиялар. Эмульсиялар өзара араласпайтын екі сұйықтан пайда болады, олардың біреуі дисперстік фазаның, ал екіншісі дисперсиялық ортаның ролін атқарады. Дисперстік фаза тамшылар түрінде дисперсиялық ортада ілінген күйде болады, көбінесе судан және май деп аталатын сұйықтан тұратын эмульсиялар жиі кездеседі. Эмульсиялар 2 түрлі болып бөлінеді: судағы май (м/с) және майдағы су (с/м).

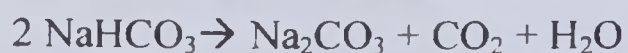
Тұрақтылығы жоғары концентрленген эмульсия дайындау үшін табиғаты гидрофобты және гидрофильді болып келген стабилизаторлар (эмульгаторлар) қолданылады.

Биологиялық эмульсияның мысалына майдың бөлшектері суда ілініп орналасқан белокпен (казеинмен) тұрақтандырылған жүйе болып табылатын сүт жатады. Тұрған сүттің бетінде концентрленген эмульсия (қаймақ) пайда болады. Қаймақты араластырғанда, май түзіледі, ол да эмульсияларға жатады, тек қана майдағы су. Мұндай эмульсияларға маргарин, майонездер, балмұздақ, т.б. жатқызуға болады. Адам ағзасында да эмульсияның мысалдары кездеседі, мысалы, қандағы және лимфадағы майлар (эмульгатор-қанның белоктары); ас қорыту барысында ішекте майлы эмульсия пайда болады (стабилизатор өт қышқылдары және олардың тұздары). Қандағы эритроциттерді гидрофобты эмульсияның бөлшектері ретінде қарастыруға болады. Олардың беткейінде адсорбцияланған белоктар, амин қышқылдары эритроциттерді теріс зарядтайды, ал қарсы иондардан диффузиялық қабат түзіледі. Патологиялық процестер барысында ионды алмасуға ұқсас процесс жүреді, сол себепті эритроциттердің заряды төмендеп, олар бірігеді және тұнбаға түседі, эритроциттердің тұну реакциясы (ЭТР) жылдамдайды.

Көбіктер, ұнтақтар. Өздерінің құрлысы бойынша көбіктер эмульсияларға ұқсас болып келеді. Эмульсияларда жекелеген газ көпіршіктері сұйықта орналасқан, ал көбіктер ұяшық түріндегі тұтас құрылыспен және газды дисперстік фазамен сипатталады.

Тұрақтылығы жоғары көбіктер беткейлік белсенді заттардың (сабындар, белоктар, т.б.) қатысуымен алынады.

Көбіктердің тұрақтылығы газ көпіршіктерін бөліп тұрған қабықшалардың беріктігіне байланысты болады. Егер бұл қабықшалар қататын болса, өте берік қатты көбіктер туындайды. Мысалы, қатты көбіктерге пенопласттар жатады. Нан өнімдеріндегі саңылауларды көбейту үшін  $\text{NaHCO}_3$  немесе қолданылады:



Ашытқымен дайындалатын қамырдың көтерілуі гексозалардың спирттік ашу өнімі  $\text{CO}_2$  көмегімен жүреді:





Көбік түзілуді пайдаланудың қарапайым мысалына, дисперстік фазаның ролін  $\text{CO}_2$  атқаратын, өрт сөндіргіштер жатады. Кейбір жағдайларда, мысалы, сабын, ашытқы, қант және т.б. өндірісітерінде көбіктердің туындауы қажет емес, сондықтан да оларды болдырмауға тырысады.

### Тесттік тапсырма

1. Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы деген не?
  - A. коллоидтық бөлшектердің аспалы күйде болуы
  - B. химиялық реакцияға түсу қабілеті
  - C. химиялық реакцияға түспеу
  - D. коллоидтық бөлшектердің тұнбаға түсуі
  - E. дұрыс жауабы жоқ
2. Іріленген коллоидтық бөлшектердің тұнбаға түсуі қалай аталады?
  - A. седименттелу
  - B. броун қозғалысы
  - C. сольваттану
  - D. кристалдану
  - E. диссоциация
3. Зольдердің коагуляциясын тұдырады?
  - A. еріту
  - B. тұндыру
  - C. фильтрлеу
  - D. дұрыс жауабы жоқ
  - E. күн сәулесімен ұзақ жарықтандыру
4. Зольдердің коагуляциясын тұдырады?
  - A. еріту
  - B. сәулендіру
  - C. тұндыру
  - D. фильтрлеу
  - E. дұрыс жауабы жоқ

5. Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы қандай карама-карсы күштермен сипатталады

- A. тартылу және тебу
- B. иондық және сутектік
- C. ковалентті және электрлістатикалық
- D. металдық және сутектік
- E. дұрыс жауабы жоқ

6. Зольдердің коагуляциясын тұдырады

- A. еріту
- B. электролитті қосу
- C. тұндыру
- D. фильтрлеу
- E. дұрыс жауабы жоқ

7. Зольдердің коагуляциясын тұдырады

- A. еріту
- B. тұндыру
- C. фильтрлеу
- D. механикалық әсер
- E. дұрыс жауабы жоқ

8. Зольдердің коагуляциясын тұдырады

- A. еріту
- B. тұндыру
- C. карама-карсы зарядталған зольдер қосу
- D. фильтрлеу
- E. дұрыс жауабы жоқ

9. Зольдердің коагуляциясын тұдырады

- A. еріту
- B. тұндыру
- C. фмльтрлеу
- D. дұрыс жауабы жоқ



Е. дисперсиондық ортаның құрамын өзгерту

10. Зольдер тұрақтылығының факторы

А. броундық қозғалыс

В. ерігіштік

С. ерімейтіндік

Д. зарядтың болмауы

Е. жылу өткізгіштігі

11. Зольдер тұрақтылығының факторы

А. ерігіштік

В. ерімейтіндік

С. зарядтың болмауы

Д. зарядтың болуы

Е. жылу өткізгіштігі

12. Лиофобты зольдерді алу үшін қандай химиялық әдіс қолданылады?

А. бейтараптану

В. этерификация

С. диссоциация

Д. комплекс түзу

Е. тотығу – тотықсыздану

13. Лиофобты зольдерді алу үшін қандай химиялық әдіс қолданылады?

А. бейтараптану

В. диссоциация

С. комплекс түзу

Д. гидролиз

Е. этерификация

14. Лиофобты зольдерді алу үшін қолданылатын реакцияны көрсетіңіз:

А. бейтараптану

В. алмасу

С. этерификация

Д. диссоциация

Е. иондалу

15.  $\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$  реакциясында  $\text{CaCl}_2$  артық мөлшерде алынса, зольдің потенциал анықтаушы ионы қандай болады

A.  $\text{Cl}^-$

B.  $\text{Na}^+$

C.  $\text{PO}_4^{3-}$

D.  $\text{H}^+$

E.  $\text{Ca}^{2+}$



## Әдебиеттер

1. Сейтеметбетов Т.С. Химия – Алматы: Эверо, 2010 ж.
2. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия.- Москва: Высшая школа, 2001.
3. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого. Санкт-Петербург: Химиздат, 2001.
4. Ершов Ю.А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. - Москва: Высшая школа, 2003.
5. Глинка Н.Г. Общая химия.- Москва: Химия, 2003.
6. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2002.
7. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия М., ГОЭТАР-Медиа, 2008
8. Веренцова Л.Г. Неорганическая, физическая и коллоидная химия Алматы, 2009
9. Сергеев В.Н. Курс коллоидной химии для медицинских вузов М., Мед. Информ. Агентство, 2008

**Н.С. РЕМЕТОВА**

**В.А. МИТЕРЕВ**

## **МЕДИЦИНАЛЫҚ ХИМИЯ**

Пішімі 60x84 1/16

Тығыздығы 80 гр./см<sup>2</sup>. Қағаздың ақтығы 95% .

Қағазы офсеттік. РИЗО басылымы.

Көлемі 212 бет. Шартты баспа табағы 13.25



“Эверо” ЖШС баспаханасында басылып шығарылды

ҚР, Алматы, Байтұрсынұлы к., 22.

Тел.: 8 (727) 233 83 47, 233 80 45, 233 80 42

e-mail: evero08@mail.ru