



**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ  
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Инженерлік экология  
және еңбек қауіпсіздігі  
кафедрасы

## **ӨЛШЕУ, СЫНАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ**

Дайындау бағыты В094 – «Санитарлы-профилактикалық іс-шаралары»  
барлық білім беру бағдарламаларының студенттері үшін зертханалық  
жұмыстарға әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2022

ҚҰРАСТЫРУШЫ: Туманова А.А. Өлшеу, сынау және бақылау әдістері мен құралдары. Дайындау бағыты В094 – «Санитарлы-профилактикалық іс-шаралары» оқу бағдарламалары бойынша оқитын барлық оқу түрінің бакалавриат студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. – Алматы: Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ, 2022. - 25 б.

Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау дайындау бағыты В094 – «Санитарлы-профилактикалық іс-шаралары» білім беру бағдарламалары бойынша оқитын бакалаврларға арналған және «Өлшеу, сынау және бақылау әдістері мен құралдары» курсы бойынша модульдік білім беру бағдарламасына сәйкес жасалған.

Без. – 7, кесте – 2, әдеб. көрсеткіші – 7 атау.

Пікір беруші: МММ кафедрасының аға оқытушысы

Рысбекова Г.А.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ 2022 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2022 ж.

## Кіріспе

Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар «Өлшеу, сынау және бақылау әдістері мен құралдары» пәнін 4 кредит көлемінде оқитын бакалаврларға ұсынылып отыр.

Мақсаты: теориялық оқыту барысында алған білімдерді практикада бекіту, сандық талдау бойынша практикалық дағдысын алу, химиялық және физика-химиялық талдаудың нақты есептерін шешу, қоршаған орта нысандарын бақылауда қолданылатын құрал-жабдықтармен жұмыс істеу дағдыларын меңгеру.

Әдістемелік нұсқаулардың мазмұны модульдік білім беру бағдарламасына сәйкес келеді.

Зертханалық жұмыстар «Өлшеу, сынау және бақылау әдістері мен құралдары» пәнінің маңызды құрамдастарының бірі болып табылады. Оларды жүзеге асыру үшін студент зертханалық құрал-жабдықтармен, бақылау-өлшеу құралдарымен, сонымен қатар негізгі зертханалық операцияларды жүргізу техникасымен танысуы қажет.

Әрбір зертханалық сабақ алдында студент теориялық жағынан оқулықтың сәйкес бөлімі, дәріс конспектісі бойынша дайындалып, зертханалық жұмыстың орындау әдістемесімен танысуы қажет.

Атқарылған жұмыс туралы есеп құрастыру кезінде зертханалық журналға мыналар жазылады: күні, нөмірі, жұмыстың атауы және тәжірибесі; эксперименттік бөлімнің қысқаша мазмұны; оны жүзеге асыру барысында алынған нәтижелер.

Есеп АЭЖБУ «Оқу жұмыстары» стандартына сәйкес орындалады.

## № 1 зертханалық жұмыс. Ерітінділерді дайындау

*Жұмыстың мақсаты:* химиялық өлшегіш ыдыстармен танысу. Құрғақ тұздан және концентрлі ерітіндіден әртүрлі концентрациялы ерітінділерді дайындауды үйрену.

### 1.1 Теориялық кіріспе

Ерітінділермен тәжірибелерді өткізгенде әртүрлі өлшейтін химиялық ыдыстар қолданылады: өлшегіш колба, пипетка, бюретка, пробирка, өлшегіш цилиндрлер мен стакандар.

#### Өлшегіш ыдыс



Мензурка



Өлшегіш пробирка



Өлшегіш цилиндр



Өлшегіш стакан



Өлшегіш колба



Пипетка



Тамызғыш

1.1 сурет – Химиялық ыдыс

Өлшегіш колбалар 5, 10, 25, 50, 100, 200, 250, 500, 1000, 2000 см<sup>3</sup> (мл) көлемді өлшеуге арналған. Кәдімгі немесе шлифтенген тығыны болады.

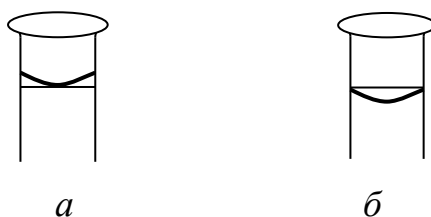
Тәжірибеде 1 л = 1 дм<sup>3</sup>; 1 мл = 1 см<sup>3</sup> деп саналады.

Ерітіндінің кіші көлемін өлшегенде үлкен көлемді ыдыстарды пайдаланбайды, өйткені бұл жағдайда бірдей абсолюттік қателеде салыстырмалы қатесі үлкен болады.

Бюреткалар, пипеткалар және өлшегіш колбаларды ерітінділердің дәл көлемдерін өлшеу үшін қолданады. Егер ерітіндінің көлемін дәл өлшеу қажет болмаса цилиндрлер мен мензуркаларды қолданады.

Қатты заттардан белгілі концентрациядағы ерітіндіні дайындау үшін өлшегіш колбаға құрғақ құйғыш орнатып, аналитикалық таразыда 0,0001 г дәлдікпен алынған өлшендіні құйғышқа бітеліп қалмайтындай аз-аздан салады. Қатты заттың барлығы өлшегіш колбаның ішіне түскенде, құйғышты дистилденген сумен шаяды. Содан кейін колбаға 1/3 немесе 1/2 көлеміне дейін еріткішті құйып, араластырады. Өлшенді толық еріген кезде колбаны белгісіне дейін дистилденген сумен толтырады.

Өлшегіш колбаларға еріткіштің немесе ерітіндінің соңғы порцияларын ақырын, тамшылатып, колбаның белгісіне төменгі ойығы түйіскенге дейін құяды (1.2 а сурет). Ал түсті ерітінділерде ойықтың жоғарғы жағымен түйіскенге дейін (1.2 б сурет) құяды (өйткені жағы көрінбейді).



1.2 сурет – Колба бөлігімен түйіскен ойығы түссіз ерітінділер үшін (а), боялған ерітінділер үшін (б)

Тәжірибеде стандартты ерітінділер дайындау үшін жиі фиксаналдар пайдаланылады. Фиксанал – дәнекерленген шыны ампулаға салынған,  $C_{\text{экв}}=0,1$  моль/л ерітіндінің 1 л дайындауға сәйкес дәл өлшенген зат.

Ерітінділер концентрацияларының келесі түрлерін ажыратады:

а) *еріген заттың массалық үлесі (пайыздық концентрация)* – еріген зат массасының ерітіндінің жалпы массасына қатынасы:

$$\omega = \frac{m_{\text{ер.зат}}}{m_{\text{ерітінді}}}, \text{ [бірлік үлес] (немесе } \times 100\% \text{ [пайыздық концентрация])};$$

б) *молярлы концентрация* – 1 л ерітіндідегі еріген заттың моль саны, [моль/л]:

$$C_M = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V};$$

в) *эквиваленттік молярлы концентрация (нормальдік)* – еріген зат мөлшері эквивалентінің ерітінді көлеміне қатынасы, [моль/л]:

$$C_3 = \frac{n_3}{V} = \frac{m}{M_3 \cdot V}; M_3 = f_3 \cdot M; f_3 = \frac{1}{z}.$$

г) моляльді концентрация – еріген зат мөлшерінің еріткіш массасына қатынасы, [моль/кг]:

$$b(x) = \frac{n}{m_{ep-u}} = \frac{m}{M \cdot m_{ep-u}};$$

д) ерітіндінің титрі – граммен алынған зат массасының ерітіндінің 1 миллилитріне қатынасы, [г/мл]:

$$T = \frac{m}{V}.$$

1.1.1 Қатты заттың өлшендісінен берілген пайыздық концентрациядағы ерітіндіні дайындау.

1. Белгілі бір концентрациялы ерітінді дайындау үшін қажетті тұздың мөлшерін есептейді;
2. Есептелген тұздың мөлшерін техникалық таразыда өлшейді. Алдымен химиялық стақанды өлшейді. Содан кейін стақанға есептелген тұздың мөлшерін салады;
3. Судың қажетті мөлшерін есептейді және оны цилиндрмен немесе мензуркамен өлшейді. Судың меншікті салмағы 1-ге тең, яғни судың 1 мл-і 1 грамм тартады;
4. Өлшенген судың мөлшерін тұздың өлшендісі бар стақанға құяды. Тұздың кристалдары толық ерігенше шыны таяқшамен мұқият араластырады;
5. Дайындалған ерітіндіні оқытушыға немесе лаборантқа тапсырады.

1.1.2 Концентрлі ерітіндіден берілген пайыздық концентрациядағы ерітіндіні дайындау.

1. Белгілі көлемді ерітінді дайындау үшін концентрлі ерітіндінің және дистилденген судың қажетті мөлшерін есептейді;
2. Көлемдері әртүрлі екі цилиндр немесе мензурканы дайындайды;
3. Кіші цилиндрмен концентрлі ерітіндінің есептелген мөлшерін өлшейді. Үлкен цилиндрмен немесе мензуркамен судың қажетті көлемін өлшейді;
4. Колбаға дистилденген суды құяды, содан кейін оған аз мөлшермен концентрлі ерітіндіні құяды;
5. Колбадағы ерітіндіні айналдыра қозғалтып араластырады;
6. Цилиндрді алынған ерітіндімен шаяды;
7. Цилиндрдегі ерітіндіні колбаға ауыстырады;
8. Егер ерітінді қызып кетсе, оны бөлме температурасына дейін салқындатады.

1.1.3 Тұздың өлшендісінен берілген эквиваленттік молярлы концентрациядағы ерітіндіні дайындау.

1. Ерітінді дайындау үшін қажетті тұздың мөлшерін есептейді;
2. Алдымен аналитикалық таразыда бюкстың массасын өлшейді, содан кейін оған тұз салады. Бюксты тұзбен бірге өлшейді;
3. Өлшеуіш колбаға құйғыны қояды және алынған өлшендіні құйғыға ауыстырады. Стақанға дистилденген судың аздаған мөлшерін құйып, шаяды және оны құйғыға құяды. Осы операцияны тағы да екі рет қайталайды;
4. Колбаның жартысына дейін дистилденген су құяды және ерітіндіні тұз толық ерігенше араластырады;
5. Колбадағы ерітіндінің көлемін белгіге дейін дистилденген сумен жеткізеді;
6. Колбаны тығынмен жабады, колбаны аударып отырып, ерітіндіні араластырады.

1.1.4 Берілген эквиваленттік молярлы концентрациядағы ерітіндіні концентрлі ерітіндіден дайындау.

1. Концентрациясы белгілі ерітінді дайындау үшін концентрлі ерітіндінің қажетті көлемін есептейді;
2. Тамшуырмен концентрлі ерітіндінің есептелген көлемін өлшеп алады;
3. Өлшеуіш колбаға шамамен  $2/3$  көлеміндей дистилденген су құяды;
5. Ерітіндісі бар тамшуырды өлшеуіш колбаға ауыстырады және ерітіндіні тамшуырдан колбаға біркелкі аққызады. Тамшуырда қалған ерітіндінің 1-2 тамшысын тамшуырдың төменгі ұшын өлшеуіш колбаның ішкі қабырғасына жәйлап тигізіп ағызады. Ауызбен үрлеп шығаруға мүлдем болмайды!;
6. Ерітіндіні араластырады және оның көлемін белгіге дейін дистилденген сумен жеткізеді;
7. Егер ерітінді қызып кетсе, оны бөлме температурасына дейін салқындатады;
8. Колбаны тығынмен жабады, колбаны аударып отырып, араластырады.

1.1.5 Эквиваленттік молярлы концентрациясы белгілі ерітіндіні фиксаналдан (ампуладан) дайындау.

1. Ампуланың сыртын сумен жуып, дистилденген сумен жақсылап шаяды;
2. Ампуланың екі шетін теседі. Ол үшін боек деп аталатын екі шеті үшкір келген шыныдан жасалған таяқшаны пайдаланады;
3. Алдын-ала дайындалған өлшегіш колбаға құйғышты орнатады да оған боекты салады;
4. Боекқа ампуланың тесілген бір жағын орнатады. Ампуланың жоғарғы екінші тесігі арқылы дистилденген су құйып ампуладағы зат өлшендісін көлемі 1 л болатын өлшем колбасына толық түсіріп ерітеді;

5. Ерітіндіге колба белгісіне дейін дистилденген су құйып, колбаны тығынмен жауып, мұқият араластырады.

## 1.2 Тәжірибелік бөлім

1.2.1 Студент төмендегі ерітінділерді дайындау үшін өлшенділердің қажетті массасын есептеу қажет:

- $C_Э = 0,5$  моль/л  $CuSO_4$  ерітіндісінің 100 мл дайындау;  
1.  $C_M = 0,5$  моль/л  $KOH$  ерітіндісінің 200 мл дайындау;  
2.  $C_Э = 0,5$  моль/л  $NiCl_2$  ерітіндісінің 250 мл дайындау;  
3.  $\omega = 15\%$   $AlCl_3$  ерітіндісінің 500 г дайындау;  
4. Натрий тиосульфатының  $C_Э = 0,1$  моль/л ерітіндісін фиксаналдан дайындау.

1.2.2 Есептелген зат өлшендісін аналитикалық таразыда өлшеп алу, өлшегіш колбада ерітінді дайындау.

## 1.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

- ерітінді концентрацияларының сипаттамасы;
- берілген концентрациядағы ерітінді дайындау үшін есептеулер;
- қорытындылар.

## 1.4 Бақылау сұрақтары

- Өлшегіш колба, пипетка, бюретка, пробирка, өлшегіш цилиндрлер мен стакандар талдауда қандай мақсатпен қолданылады?
- Ерітінділер концент рацияларын өрнектеу жолдары.
- Құрғақ тұздан ерітіндіні қалай дайындайды?
- Концентрлі ерітіндіден сұйылтылған ерітіндіні қалай дайындайды?
- Фиксаналдан ерітіндіні дайындау әдістемесі.

**№ 2 зертханалық жұмыс. Тұзсыздандырылған суды ионометрия әдісімен талдау**

Жұмыстың мақсаты — иономер құрылғысында тұзсыздандырылған судың талдауын жүргізу.

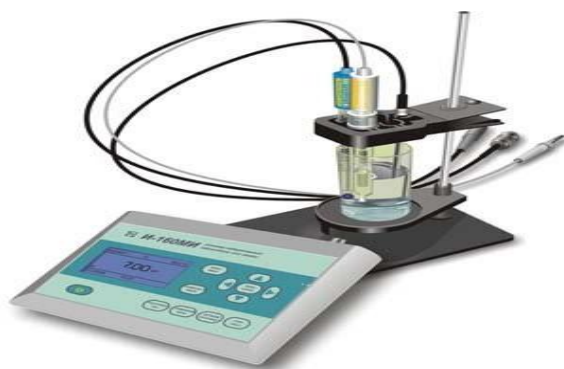


## 2.1 Теориялық бөлім

Ионометрия — судағы иондар мөлшерін потенциометрия әдісімен анықтау. Бұл әдіс индикаторлы және референтті электродтардан құрастырылған электродтық жұптың потенциалын өлшеуге негізделген. Әдістің ерекшелігі: мұнда тек белгілі ионмен әрекеттесетін индикаторлы электрод қолданылады. Ол үшін ішкі және сыртқы ерітінділер белгілі иондарды ғана іріктейтін жартылай өткізгіш мембрана арқылы бөлінеді. Мұндай мембраналар *ионоселективті* деп аталады. Ионометрия әдісіндегі X-ионының анықталатын концентрациялар аймағы  $10^{-6} - 10^{-1}$  моль/л құрайды.

Өлшеуіш аспап ретінде кіріс кедергісі  $\geq 1$  МОм милливольтметрлердің кез келген түрін қолдануға болады. Молярлы концентрациясының теріс логарифмі бірліктерінде градуирленген милливольтметр *pX-метр* немесе *иономер* деп аталады.

Аналитикалық тәжірибеде ионометрия әдісі иондарды тура анықтауда немесе индикаторлы ретінде титрлеу әдісінде қолданылады. Иономерлер ғылыми зерттеулерде, сонымен қатар суды тазартудың физика-химиялық, химиялық және биохимиялық технологиялық процестерде басқару және бақылау аппаратурасының құрамында кеңінен қолданылады.



2.1 сурет – Зертханалық иономер И-160

Иономердің жұмыс істеу принципі – потенциометриялық өлшеу, яғни сулы ерітіндісі бар электрохимиялық ұяшықта құралдың өлшеу (белгілі ионға селективті) және салыстырушы электродтары тудыратын электр қозғаушы күшті (ЭҚК) өлшеу.

Иономерде өлшеулер жүргізу үшін басқа иондарға ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $F^-$  және т.б.) селективті электрод және салыстырушы хлоркүміс электроды қолданылады.

## 2.2 Тәжірибелік бөлім

Тәжірибе қондырғыларының құрамы

Магнит араластырғышы, рХ-метр.

Ыдыс: калибрленген қисықты тұрғызу үшін  $V=100$  мл цилиндрлер - 5 дана;  $V=250$  мл колба – 1 дана;  $V=5$  және  $10$  мл пипеткалар -1 данадан.

### 2.2.1 Ерітінді концентрацияларының шкаласын дайындау.

Концентрациясы  $C_3=0,1$  моль/л ерітіндіні дайындау үшін дистилленген судың  $250$  мл-де  $0,025$  г-ионы бар зат өлшендісін ерітеді.

$V=100$  мл 5 өлшеуіш цилиндрге ерітіндінің  $1; 5; 10; 50$  және  $100$  мл құйып, көлемін  $100$  мл-ге дейін дистилленген сумен толтырады. Түзілген ерітінділердің концентрациялары  $1; 5; 10; 50$  және  $100$  мг-ион/л сәйкес болады. Бұл мәндер рХ шкаласының келесі мәндеріне сәйкес келеді:  $3; 2,3; 2; 1,3$  және  $1$ .

### 2.2.2 Берілген ионның концентрациясын анықтау үшін калибрленген графигті тұрғызу.

Концентрациялар шкаласы бойынша ең кіші мәнінен бастап әрбір ерітіндінің потенциалын өлшейді. Ол үшін дайындалған ерітінділерді иономердің өлшеуіш стаканына құяды. Өлшеуіш стакандағы зерттелетін ерітіндіні келесіге ауыстырудың алдында стакан мен электродтарды дистилленген сумен жуады.

Өлшеулердің барлығын магнит араластырғышы айналымының бірдей мәнінде жүргізеді. Өлшеулердің нәтижелерін 2.1 кестеге жазады.

### 2.1 кесте – ЭҚК-нің ерітінді концентрациясына тәуелділігі

С, мг-ион/л					
рХ					
ЭҚК(1), мВ					
ЭҚК(2), мВ					
Орташа ЭҚК, мВ					

Анықтаудың нәтижелері дәлірек болу үшін өлшеулерді 2 рет жүргізеді.

### 2.2.3 Сынама ерітіндісінде анықталатын ионның мөлшерін анықтау.

Зерттелетін ионның белгісіз мөлшері бар ерітіндіні аспаптың өлшеуіш ұяшығына орналастырып, ЭҚК мәнін анықтайды.

## 2.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

- а) ионометрия әдісінің теориялық негіздері;
- б) өлшенген тәжірибе нәтижелерін кестеге енгізу;
- в) кестенің берілгендері бойынша ЭҚК-нің зерттелетін ион концентрациясына  $ЭҚК=f(pX)$  түріндегі тәуелділік графигін тұрғызу;
- г) тұрғызылған график бойынша сынамадағы ионның мөлшерін, анықтау;
- д) қорытындылар.

## 2.4 Бақылау сұрақтары

1. Ионометрия әдісінің негіздері.
2. Иономердің жұмыс істеу принципі.
3. Селективті электрод деген не?
4. Салыстырушы хлоркүміс электродының құрылымы.
5. ЭҚК деген не?

## № 3 зертханалық жұмыс. Сулы орта компонентінің сандық мөлшерін фотоэлектродколориметриялық әдіспен анықтау

*Жұмыс мақсаты:* фотоколориметриялық әдіспен сулы ерітіндіде  $Fe(III)$  иондарының мөлшерін анықтауды үйрену.

### Жұмыс мазмұны

1. Фотоколориметриялық талдаудың қағидаларымен танысу.
2. Оптикалық тығыздықтың темір иондары концентрациясына тәуелділігін зерттеу.
3. Бақылау ерітіндіде темір иондары концентрациясын анықтау.

### 3.1 Теориялық бөлім

Сулы орталарды талдаудың фотоколориметриялық әдістері – талданатын ортаның оптикалық қасиеттерінің немесе ол арқылы өтетін электромагниттік сәулеленудің қасиеттерінің талданатын үлгідегі анықталған компоненттің мөлшеріне тәуелділігіне негізделген оптикалық әдістер.

Талданатын ортаның оптикалық қасиеттеріне мыналар жатады: түс интенсивтілігі, түсі, жарықты жұтуы, жарықтың шашырауы, жарықтың сынуы, жарық әсерінен заттың люминесценциясы.

Сулы орталарды талдаудың фотоколориметриялық әдістері жарықтың судан өткендегі жұтылуының тәуелділігіне негізделген. Бұл жағдайда жарық

ағынының әлсіреуі жарық энергиясының заттың ішкі энергиясына өтуіне байланысты болады. Жарықтың жұтылуы оның ұзындығының функциясы болып табылады және бұл тәуелділік ортаның жұтылу спектрін анықтайды.

Әрбір зат белгілі (тек оған тән келетін) толқын ұзындығын жұтады, яғни жұтылатын сәулеленудің толқын ұзындығы әрбір зат үшін жеке болып табылады. Жарықты сiңiрудiң сапалық талдауы осыған негiзделген.

Сандық талдаудың негізі - *Бугер- Ламберт-Бер заңы*:

$$I = I_0 \cdot e^{-kCd}, \quad (1)$$

мұнда  $I_0$  және  $I$  – сәйкесінше жұтатын ерітінді мен одан өткен жарық ағынының қарқындылығы;

$C$  – зат концентрациялары, моль/л;

$l$  – жарық жұтатын қабат қалыңдығы, см;

$e$  – жарық жұтылудың молярлы коэффициенті.

(1)-ші теңдеуден:

$$\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10^{elC}$$

$$I g\left(\frac{I}{I_0}\right) = -elC$$

$$-I g\left(\frac{I}{I_0}\right) = A = elC ; \quad A = elC$$

мұнда  $A$  – ерітіндінің оптикалық тығыздығы.

Бұл заңды тәжірибе жүзінде П. Бугер 1729 ж. ашты, теориялық тұрғыдан 1760 ж. И.Г. Ламберт шығарды және 1852 ж. А. Бер ерітінділер үшін зерттеді.

Бугер-Ламберт-Бер заңы орындалған жағдайда, графикалық түрде оптикалық тығыздықтың боялған заттың концентрациясына тәуелділігі координат басынан өтетін түзу қисығы арқылы өрнектеледі. Бұл тәуелділік белгілі бір жағдайларда орындалады (сұйылтылған ерітінділермен жұмыс істеу, түскен сәуленің монохроматтығы және т.б.).

Қазіргі заманғы өлшеу құралдарының мүмкіндіктері  $A$  мәнін 0,02-ден 3,0-ге дейін өлшеуге мүмкіндік береді. Дегенмен, дәлдік тұрғысынан

қанағаттанарлық нәтижелерді алу үшін өлшенген оптикалық тығыздықтың мәндері  $0,05 \leq A \leq 1,0$  шегінде болуы керек.

Анықталатын заттың концентрациясын анықтау үшін келесі әдістер қолданылады: 1) жарық жұтудың молярлық коэффициенті әдісі; 2) калибрлеу қисығы әдісі; 3) толықтырулар әдісі; 4) дифференциалды фотометрия әдісі; 5) фотометриялық титрлеу әдісі.

КФК-2МП фотоэлектрориметрінде өлшеулерді жүргізу үшін құрылғыны келесідей жұмысқа дайындайды (3.1 сурет):

1. Колориметрді 220 В желісіне қосады, кюветалық бөлімнің (5) қақпағын ашады және «желі» тумблерін қосады (суретте көрсетілмеген). Бұл кезде сигнал шамы (7) жануы керек (сандық дисплейде әртүрлі белгілер пайда болуы мүмкін).

2. «Бастау» пернесін басады – сандық дисплейде жыпылықтайтын үтір пайда болады және «<P>>» индикаторы жанады. Егер үтір шықпаса, «бастау» пернесін қайтадан басады. Кюветалық бөлім қақпағының ашылып тұрған күйінде колориметрді 15 минут бойы қосулы ұстайды.

3. Тұтқа (6) арқылы қажетті жарық сүзгісін орнатады, тұтқа (3) көмегімен – қажетті фотоқабылдағышты.

4. Кюветалық бөлімнің қақпағы ашық күйінде «Ш(0)» пернесін басады. Сандық дисплейде жыпылықтайтын үтірдің оң жағында мән шығады, ал сол жағында «0» таңбасы көрсетіледі. Бұл мән 0,001 – 1,000 арналығында болуы қажет. Көрсеткіш көрсетілген шектерге сәйкес келмесе, қажетті мәнге колориметриялық блоктың (1) оң жақ қабырғасындағы тесік арқылы қол жеткізілетін «нөл» потенциометр арқылы қол жеткізіледі. Мәндерді әрбір фотоқабылдағыш үшін орнатады. Өлшеулердің әрбір түрінің алдында нөлдік көрсеткіш тексеріледі.

КФК-2МП фотоэлектрлік колориметрде өлшеу реттілігі келесі:

1. Кюветалар бөліміне эталондық ерітіндісі бар кюветалар (кювета ұстағыштың алыс ұяшығына) және зерттелетін ерітіндісі бар кювета (жақын ұяшығына) орналастырылады.

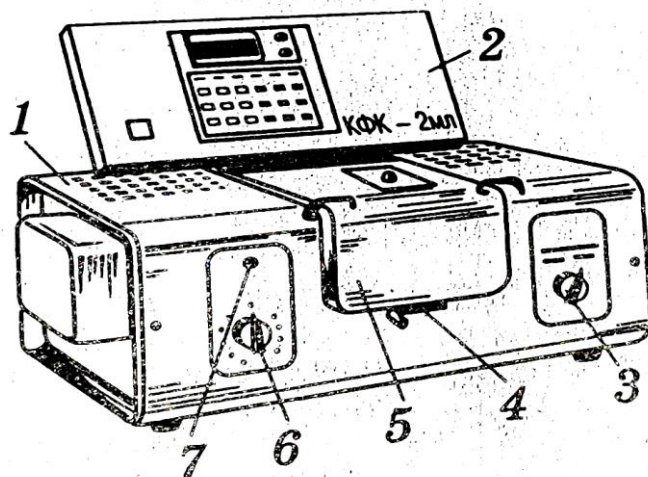
2. Тұтқа (4) «1» күйге орнатылады (жарық сәулесіне эталондық ерітіндісі бар кюветка енгізіледі). Қақпақты (5) жауып, «K(1)» пернесін басады. Сандық дисплейде жыпылықтайтын үтірдің сол жағында «1» таңбасы жанады.

3. Тұтқа (4) «2» күйіне орнатылады (жарық сәулесіне зерттелетін ерітіндісі бар кюветаны енгізеді).

4. Оптикалық тығыздықты өлшеу үшін «D (5)» пернесін басады. Сандық дисплейде жыпылықтайтын үтірдің сол жағында «5» саны шығады, яғни

оптикалық тығыздық өлшенді, оның мәні жыпылықтайтын үтірдің оң жағында көрсетіледі.

4-ші пункт бойынша операцияны 3-5 рет орындайды және өлшенген мән алынған мәндердің орташа мәні ретінде анықталады.



1 – колориметрлік блок; 2 – басқару клавиатурасы бар есептеу блогы; 3 – фотоқабылдағыштарды ауыстыруға арналған тұтқа; 4 – кюветалар орнатылған каретканы жылжытуға арналған тұтқа; 5 – кюветалық бөлімшенің қақпағы; 6 – жарық сүзгілерін ауыстыру тұтқасы; 7 – құрылғыны қосуға арналған сигнал шамы.

### 3.1 сурет – КФК-2МП маркалы фотоэлектрлік колориметрдің сыртқы көрінісі

Калибрлеу графигін тұрғызу үшін осы заттың зерттелетін ерітіндідегі мүмкін болатын концентрацияларының диапазонын қамтитын заттың белгілі концентрациядағы бірқатар ерітінділері дайындалады. Осы ерітінділердің оптикалық тығыздығын өлшеп, «оптикалық тығыздық-концентрация» координаталарында калибрлеу графигін тұрғызады.

Зерттелетін ерітіндінің оптикалық тығыздығының мәнін калибрлеу графигі бойынша Х осіне экстраполяциялап, концентрациясын анықтайды

### 3.2 Тәжірибелік бөлім

1. КФК-2МП фотоэлектрлік колориметрді нұсқаулыққа сәйкес жұмысқа дайындайды.

2. Зерттелетін сынама ерітіндісін фотоэлектрколориметриялық өлшеуге дайындау.

Көлемі 100 мл өлшегіш колбаға зерттелетін ерітіндінің аликвотты бөлігін құйып, дистилденген сумен 50 мл-ге дейін сұйылтады. 2 минуттан кейін концентрациясы 200 г/л 15 мл сульфосалицил қышқылының ерітіндісін

қосып, 1:1 сұйылтылған аммиак ерітіндісімен тұрақты сары түске дейін бейтараптандырып, 3-4 мл аммиак ерітіндісін артығымен қосады. Түзілген ерітіндіні белгіге дейін дистилденген сумен толтырып, тығынмен жауып, мұқият араластырады.

Фотоэлектрколориметрде толқын ұзындығы  $\lambda=400$  нм (күлгін сүзгі) қалыңдығы 1 см кюветада ерітіндінің оптикалық тығыздығын өлшейді. Салыстыру үшін «нөлдік тәжірибе» ерітіндісін қолданады. Зерттелетін ерітіндідегі темір (III) мөлшерін X осіне экстраполяция арқылы калибрлеу қисығынан анықтайды.

### 3. Калибрлеу қисығын тұрғызу

Өлшеу колбаларына концентрациясы 1 мг/л темір (III) иондары ерітіндісінен сәйкесінше 1, 2, 3, 4, 5 мг Fe(III) құяды, дистилденген сумен 50 мл-ге дейін сұйылтады. 2 минуттан кейін концентрациясы 200 г/л 15 мл сульфосалицил қышқылының ерітіндісін қосып, 1:1 сұйылтылған аммиак ерітіндісімен тұрақты сары түске дейін бейтараптандырып, 3-4 мл аммиак ерітіндісін артығымен қосады. Түзілген ерітінділерді белгіге дейін дистилденген сумен толтырып, тығынмен жауып, мұқият араластырады.

Ерітінділердің оптикалық тығыздығын «нөлдік тәжірибе» ерітіндісіне қатысты өлшейді.

«Ерітіндінің оптикалық тығыздығы – Fe(III) концентрациясы» координаттарында калибрлеу графигін тұрғызады.

### 3.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

1. Кесте және график түріндегі градуирленген тәуелділікті анықтау кезіндегі өлшеу нәтижелері. Зат концентрациясының ерітіндінің оптикалық қасиеттеріне әсерін талқылау.

2. Талданатын ерітіндідегі темір (III) иондарын өлшеу нәтижелері.

3. Талданатын ерітіндідегі темір (III) иондары мөлшерін ШРК ( $Fe^{3+}$ ) мәнімен салыстыру, қорытынды жасау.

### 3.4 Бақылау сұрақтары

1. Фотоколориметриялық талдаудың қағидалары.

2. Бугер- Ламберт-Бер заңы.

3. КФК-2 фотоэлектрколориметрінің жұмыс істеу қағидасы.

4. «Нөлдік» тәжірибе ерітіндісі деген не?

5. Фотоэлектрколориметрде толқын ұзындықтарының қандай диапазонын өлшеуге болады?

## № 4 зертханалық жұмыс. Әлсіз және күшті қышқылдар қоспасын кондуктометриялық әдіспен титрлеу

*Жұмыстың мақсаты:* кондуктометриялық әдіспен қышқылдар қоспасын титрлеуді үйрену.

### 4.1 Теориялық бөлім

Ағын суларының құрамындағы электр зарядын тасымалдауға қабілеттілігі бар минералды және органикалық қоспалар 2-ші ретті өткізгішке жататын жүйені құрайды. Кез келген өткізгіш сияқты, қоспалары бар судың электрлік кедергісі ( $R$ ) болады. Ағын суларының электрлік өткізгіштігін электр өткізгіштік ( $W$ ) сипаттайды. Бұл шамалар келесі теңдеулермен сипатталады:

$$R = \rho L/S \quad (1)$$

$$W = 1/R = (1/\rho)(S/L) = \chi S/L, \quad (2)$$

мұнда  $\rho$  – меншікті кедергі;

$\chi$  – меншікті электр өткізгіштік;

$S$  – су аралығы қимасының ауданы;

$L$  – электродтар арасындағы арақашықтық.

*Меншікті электр өткізгіштік деп ұзындығы 1 см және қимасының ауданы 1 см<sup>2</sup> зерттелетін су бағанасының кедергісін айтады. Су фазасының меншікті кедергісі еріген заттар табиғатына, концентрациясы мен температурасына тәуелді.*

Меншікті электр өткізгіштік – меншікті электрлік кедергіге кері шама болып табылады:

$$\chi = 1/\rho, \quad (3)$$

мұнда  $\rho$  – судың меншікті электрлік кедергісі.

Ағын суларының электр өткізгіштігі олардың тек құрамына ғана емес, сонымен қатар температурасына да тәуелді болады. Бұл тәуелділік дәлірек түрде 2 дәрежедегі полином түрінде өрнектеледі:

$$\chi = \chi_0 (1 + \alpha t + \beta t^2), \quad (4)$$

мұнда  $\alpha$  мен  $\beta$  – еріген заттар табиғаты мен концентрациясына тәуелді коэффициенттер.

Электр өткізгіштігін өлшеуге негізделген суды талдау әдісі *кондуктометрия* деп аталады.



Кондуктометрлік әдіс зерттелетін су сынамаларында заттар концентрациясын анықтауда, суды тазарту және тұнбаларды өңдеу процестерінде қолданылатын реагент ерітінділерінің концентрацияларын анықтауда, сонымен қатар электрохимиялық қондырғыларда электродтық пакеттер жұмысының параметрлерін анықтауда қолданылады.

## 4.2 Тәжірибелік бөлім

Электр өткізгіштікті анықтауға арналған ыдысқа шамамен бірдей концентрациядағы қышқылдар қоспасының 10 мл құяды. Ыдыстағы ерітінді деңгейі электродтардың деңгейінен жоғары болуы керек. Зерттелетін ерітіндісі бар ыдыс электромагниттік араластырғышқа қойылады және кедергіні өлшеуге арналған құрылғыға - кондуктометрге қосылады.

Ерітіндінің бастапқы меншікті электрөткізгіштігін өлшейді. Содан кейін бюреткадан зерттелетін ерітіндіге 0,2 мл-ден порциялап (жалпы көлемі 3 мл) эквиваленттік молярлы концентрациясы  $C_{\text{Э}}=0,1$  моль/л NaOH ерітіндісін қосып меншікті электрөткізгіштігін өлшеп тұрады.

Сілтінің алғашқы 5-6 порциясын қосқанда ерітіндінің электрөткізгіштігі азаяды. Барлық күшті қышқылды бейтараптандырғаннан кейін сілтінің жаңа порцияларын қосу ерітіндінің электрөткізгіштігінің артуына әкеледі.

Сілтінің соңғы екі-үш порциясын қосқанда ерітінді электрөткізгіштігі күрт жоғарлайды.

Титрлеу нәтижелерін кестеге енгізеді.

№	Қосылған сілті көлемі, V, мл	Электрөткізгіштік, $\chi$ , $\text{ом}^{-1}$

Алынған нәтижелер бойынша  $\chi = f(V_{\text{NaOH}})$  градуирленген график тұрғызады. Абсцисса осінде – қосылған сілті көлемі, мл; ордината осінде – ерітіндінің меншікті электрөткізгіштігі.

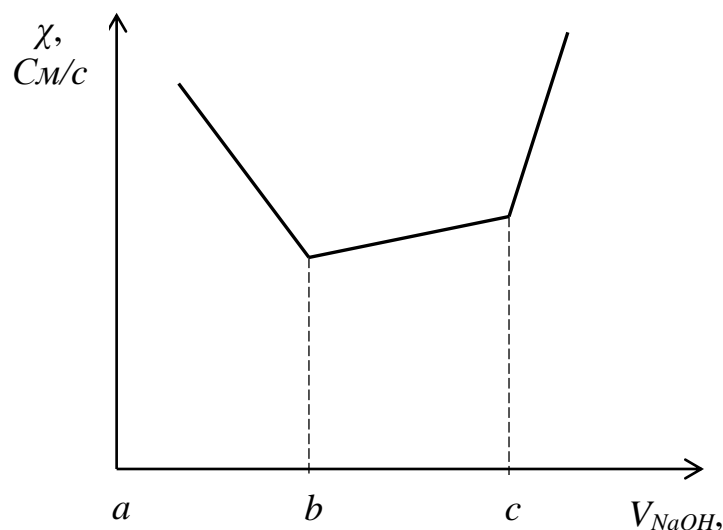
Күшті қышқылды бейтараптауға (суреттен «аб» сегменті) және әлсіз қышқылды бейтараптауға (суреттен «бс» сегменті) шығындалған сілтінің көлемдері бойынша төмендегі формуланы қолданып күшті және әлсіз қышқылдардың нормальдігін (молярлы эквиваленттік концентрацияларын) есептейді:

$$N_{\text{к}} \cdot V_{\text{к}} = N_{\text{нег}} \cdot V_{\text{нег}}$$

мұнда  $V_{\text{нег}}$  – бейтараптауға шығындалған негіздің көлемі, мл;

$V_{\text{к}}$  – зерттелетін қоспа көлемі, мл;

$N_{\text{нег}}$  - негіздің нормальдігі (эквиваленттік молярлы концентрациясы), моль/л.



4.1 сурет – Күшті және әлсіз қышқылдар қоспасын кондуктометрлік титрлеу қисығы

### 4.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

- Жұмысты орындау әдістемесі, алынған нәтижелер;
- $\chi = f(V)$  координаттарында градуирленген график;
- қышқылдар концентрацияларының есептеулері;
- қорытындылар.

### 4.4 Бақылау сұрақтары

- Кондуктометрия әдісінің негіздері.
- Кондуктометриялық титрлеу деген не?
- Меншікті электр өткізгіштік деген не?
- Жұмысты орындау тәртібі.

**№ 5 зертханалық жұмыс. Ерітіндідегі темір және мыс иондарының қоспасын адсорбциялық хроматография әдісімен бөлу**

*Жұмыстың мақсаты:* адсорбциялық хроматография әдісімен ерітіндідегі иондарды бір бірінен бөлуді үйрету.

## 5.1 Теориялық бөлім

Хроматография әдісінде заттың екі фазаның арасында таралуын пайдаланады. Мұнда бір фаза қозғалмайды, екінші фаза қозғалады, сондықтан анықтайтын заттың таралуы мен бір фазаның екінші фазамен салыстырғандағы жылжуы қатар жүреді. Егер заттың екі фазаның арасында таралуы оның қатты фазамен адсорбциялану құбылысына негізделсе әдісті адсорбциялық хроматография деп атайды. Ал заттың қатты фаза мен жылжымалы сұйықтың арасында химиялық ионалмасу реакциясының нәтижесінде таралуын ионалмасу хроматографиясы дейді. Егер фазалар арасында таралуға адсорбция да, химиялық әрекеттесу де себеп болмаса заттың бөліп таратқыш хроматографиясы жүреді. Қозғалмайтын (стационарлы) фаза қатты зат, қатты затқа қондырылған сұйықтық не гель болуы мүмкін, қозғалатын фаза – газ не сұйықтық. Қозғалатын фазаның агрегаттық түріне байланысты хроматография сұйықты және газды хроматография болып бөлінеді. Кез келген хроматографиялық әдіс еріген заттың стационарлы және жылжымалы фазалардың арасында таралу дәрежесіне негізделген. Екі фазаның арасында орнаған тепе-теңдікті таралу коэффициенті не таралу константасымен өрнектеуге болады:

$$K = C_c / C_{ж}$$

мұнда  $C_c$  – стационарлы фазадағы еріген заттың жалпы концентрациясы;  
 $C_{ж}$  – жылжымалы фазадағы еріген заттың концентрациясы.

Хроматографиялық әдістерді элюентті талдау, фронтальды талдау және ығыстырып шығару талдау деп бөлуге болады. Соның ішінде жиі пайдаланылатыны элюентті талдау. Әдетте элюентті талдауды хроматографиялық колонкада жүргізеді. Жылжымалы фаза сұйық болғанда хроматографиялық колонка ретінде қатты заттың қиыршықтарымен толтырылған (диаметрі 0,5-1,5 см) шыны түтікшелері пайдаланылады. Еріген заттың компоненттері екі фазаның арасында таралуы үшін үлгінің ерітіндісін колонканың жоғарғы жағына орналастырады. Содан кейін колонкадан ештеп, қатты затпен жұтылған компоненттер әртүрлі дәрежеде еритін, қолайлы еріткіш (элюент) өткізеді. Еріткішті қосқан сайын еріген заттың молекулалары колонка бойымен төмен қарай жылжиды. Ерітіндінің жылжуымен қатар заттың стационарлы фазадан жылжымалы фазаға және кері ауысуы үздіксіз жүріп тұрады. Заттың колонка бойымен жылжу жылдамдығы осы заттың қозғалмалы не стационарлы фазаға ауысу қабілеттігімен анықталады. Егер А мен В

затының адсорбциялық және элюентте еру қасиеттерінде айырмашылық болса, олар колонка бойымен әртүрлі жылдамдықпен қозғалып колонканың бөлек деңгейінде орналасады. Элюенттің жеткілікті мөлшерін құйса А мен В заттарын бірінен соң бірін колонкадан ерітіндіге ауыстыруға болады. Бұл процесті элюирлеу процесі дейді. Егер колонканың ұшына еріген заттың концентрациясының өзгеруіне сезімтал детектор (қабылдағыш) орнатса және оның сигналы мен уақыттың арасындағы байланысты график түрінде өрнектесе, бірнеше симметриялық шыңдар алынады. Мұндай графиктерді хроматограммалар дейді. Хроматограммаларды сапалық және сандық талдауда қолданады. Шыңның орналасуы – компоненттің сапалық сипаттамасын, ал оның ені – сандық сипаттамасын береді.

## 5.2 Тәжірибелік бөлім

Диаметрі  $d = 0,8$  см бағанаға (шыныдан жасалған колонка) 2,5 см биіктікке дейін адсорбент рөлін атқаратын құрғақ алюминий оксидін салады.

Бағананың бойымен құрамында 0,05%  $\text{CuSO}_4$  және 0,05%  $\text{FeCl}_3$  бар ерітіндінің 3 мл жібереді.

Ерітіндінің ағу жылдамдығы – 10 минутта 1 мл тең болу қажет.

Бағанадан шығатын ерітінді элюат деп аталады.  $\text{Fe}^{3+}$  және  $\text{Cu}^{2+}$  иондарына  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  реагентімен сапалы реакция жасап, элюатта бұл иондардың жоқ екендігін дәлелдейді.

Адсорбциялық қабілеттілігіне және қозғалу жылдамдығына байланысты темір және мыс иондары бағанадағы адсорбенттің әртүрлі деңгейлерінде орналасады. Олардың бар екенін дәлелдеу үшін бағана бойымен 10 минутта 1 мл жылдамдықпен 1%-дық  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  ерітіндісінің 3 мл жібереді. Берлин лазурінің көк түсті зонасы және темір-цианидті мыстың қоңыр зонасы анық көрінеді.

## 5.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

- а) адсорбциялық хроматография әдісінің сипаттамасы;
- б) темір және мыс иондары бар ерітіндіні адсорбциялық хроматография әдісімен бөлу нәтижелері, берлин лазурі мен темір-цианидті мыстың түзілуінің химиялық реакциялары;
- в) қорытындылар.

## 5.4 Бақылау сұрақтары

1. Хроматография әдісінің негізері.
2. Хроматография әдістерінің жіктелуі.
3. Адсорбциялық хроматография әдісінің негіздері.
4. Элюентті талдау деп нені айтады?
5. Жұмысты орындау тәртібі.

## № 6 Зертханалық жұмыс. Ауа құрамындағы газдар концентрациясын анықтау

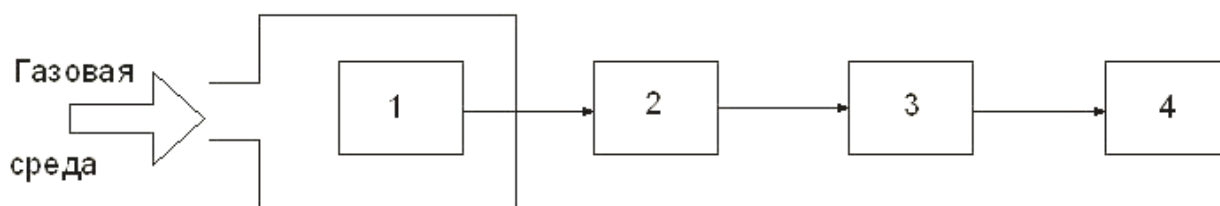
*Жұмыс мақсаты:* Атмосфералық ауа құрамындағы CO, NO<sub>2</sub> газдар концентрациясын электрохимиялық және хемилюминесцентті әдістерімен газталдағыш аспабында анықтауды үйрену.

### 6.1 Теориялық кіріспе

Атмосфералық ауаның тазалығын басқару жүйесінде тиімді шараларды жүзеге асыру үшін атмосферада таралған басымды ластаушылардың концентрациясын өлшеу құралдарына қойылатын талаптар келесі сипатта болуы керек:

- зиянды заттардың концентрациясын анықтау автоматты түрде, үздіксіз және тәулік бойы жүзеге асуы керек;
- өлшеу құралдары сезімталдығының шегін фон деңгейінде зиянды заттардың концентрациясының анықталуын қамтамасыз етуі керек;
- газталдағыштың диапазоны атмосфералық ауада таралған газ концентрациясының шектеріне тосқауыл қоюы қажет.

Көмір қышқылы (CO) талдағышының жұмысы газ концентрациясын анықтаудың электрохимиялық әдісіне негізделген. Газ датчигі ретінде электрохимиялық сенсор қызмет етеді, оның әрекет ету қағидасы белсенді газдар бар болғанда бірқатар кең ауқымды жартылай өткізгіштердің (мысалы, ZnO, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> және т.б.) өткізгіштігінің өзгеруіне негізделген. Өлшенетін CO газы шығын коздырғыштың көмегімен электрохимиялық датчикпен камераға тасымалданады және датчик электродтарында потенциалдардың электрлік айырымын, пропорционалды газ концентрациясын туғызады. Потенциалдар айырымы тоқтың жүктеу резисторы арқылы ағуын туғызады, оның кернеуі алынып, кейін күшейіп аналогты-цифрлық түрлендіргішке келеді де цифрлық индикаторда өлшенеді (6.1 сурет).



1 – датчик, 2 – кернеу күшейткіші, 3 – аналогты-цифрлық түрлендіргіш,  
4 – датчик.

### 6.1 сурет – Электрохимиялық талдағыштың құрама-сұлбасы

NO<sub>2</sub> газталдағышы газ компараторы ретінде қызмет атқарады, оның жұмысы азот диоксиді концентрациясын анықтаудың хемилюминесцентті әдісіне негізделген. Бұл әдістің негізі – азот диоксиді молекулаларының датчикпен өзара әрекеттесуі люминесценциямен жүзеге асады. Хемилюминесценцияның қарқындылығы талданатын газ қоспасындағы азот диоксиді мөлшеріне пропорционал.

Хемилюминесценция кезіндегі сәулелену өнім молекулаларымен қозған электронды, тербелетін және айналған қалыптағы реакцияны туғызады. Хемилюминесценцияның қарқындылығы химиялық құрам, молекулалардың тұрақтануы, люминесценцияға ұшыраған заттың, қоспаның энергетикалық жағдайы, температура, қысым және т.б. көптеген физикалық және химиялық факторларға тәуелді. Хемилюминесценция процесі екі кезеңде жүреді.

1) Қозу кезеңі – бұл химиялық реакцияда сәулелену кезеңі мүмкін болған жағдайда энергияға бай бөлшектердің (реакция өнімі) түзілуі:



мұндағы А және В – бастапқы реагенттер;

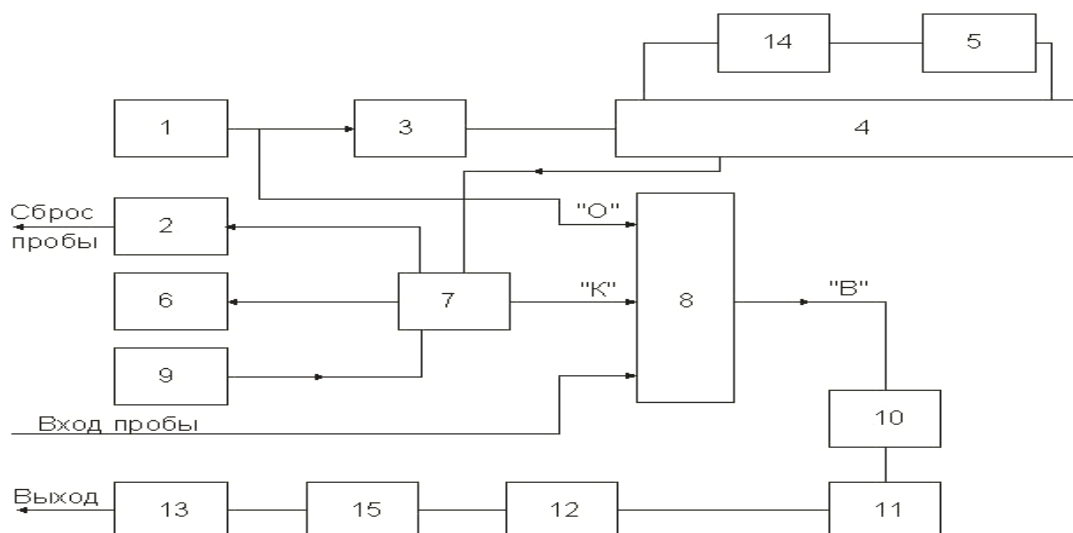
Р – қозған өнім;

К, М – реакцияның басқа өнімдері.

2) Екінші кезең люминесценция – қозған молекулалардың (P<sup>x</sup>) фотонның сәулеленуімен қалыпты жағдайға (Р) өтуі:



Аспаптың жұмысы біріншілік өлшеу түрлендіргішіндегі «нөлдік газбен», яғни құрамында NO<sub>2</sub> газы жоқ, хемилюминесцентті датчикті үрлеумен басталады. Ол үшін атмосфералық ауаның (Ф4,1) NO<sub>2</sub> газы жұтқыш арқылы электр клапанның (8) «О» кірісіне келеді (6.2 сурет).



1 – жұтқыш сүзгіші, 2 – жұтқыш NO<sub>2</sub>, 3 – калибратор шығын қоздырғышы, 4 - шығын тұрақтандырғышы, 5 – калибратор ротаметрі, 6 – кептіргіш, 7 – араластырғаш, 8 - клапанды қосу, 9 – калибратор, 10 – тозаңға қарсы сүзгі, 11 – біріншілік өлшеу түрлендіргіші, 12 – аспап ротаметрі, 13 – аспап шығынын қоздырғыш, 14,15 – шығын реттегіш.

6.2 сурет – Газталдағыштың ауалық сұлбасы

Үрлеу режимінде электр клапанның (8) «О» кірісі «В» шығысымен қосылған, ал «К» кірісі «И1»-ден жабылған. «В» шығысынан нөлдік газ тозаңға қарсы сүзгі (10) арқылы ПИП-ке (11) келеді. (13) шығын қоздырғышы газдың (15) шығын реттегішімен берілген және (12) ротаметрмен бақыланатын жылдамдықпен аспаптың барлық жұмыс циклында ағуын қамтамасыз етеді. Үрлеуден кейін калибрлеу өтеді. Атмосфералық ауа Ф4 жұтқыш арқылы және кептіргіш (6) арқылы NO<sub>2</sub>-нің термостатты көз (9) арқылы ағызылады. Ол газ ағынына NO<sub>2</sub> диффузиясы жүретін мембранасы сұйық NO<sub>2</sub> –мен толтырылған металл ыдыс болып табылады. Одан әрі, газ үрлеу режиміндегідей ПИП-ке келеді, онда калибрлық сигнал түзіледі. Калибрлеу циклынан кейін NO<sub>2</sub> газын өлшеу циклы жүзеге асады. Үлгі электр клапанның (8) «И1» кірісіне келеді. ПИП-те осы режимде NO<sub>2</sub> концентрациясына сәйкес келетін сигнал түзіледі. Әрбір өлшеудің соңында индикаторға өлшенген концентрацияның көрсеткіші шығады.

## 6.2 Тәжірибелік бөлім

Электрохимиялық талдағыш ретінде МГЛ-19М газталдағышы пайдаланады, оның талданатын ауадағы көмір қышқылының массалық концентрациясын өлшеу диапазоны 0 -100 мг/м<sup>3</sup> құрайды.

Хемилюминесцентті талдағыш ретінде Р-310-11 азот диоксидінің газталдағышы пайдаланады, оның өлшенетін концентрациялар диапазоны 0 - 2000 мкг/м<sup>3</sup> құрайды.

6.2.1 Аспапты пайдалану нұсқаулығына сәйкес жұмысқа дайындау.

6.2.2 Ауа атмосферасында СО және NO<sub>2</sub> газдарының концентрациясын өлшеу.

### **6.3 Нәтижелерді талдау, қорытындылар**

Нәтижелерді талдау мыналарды қамтуы керек:

- а) атмосфералық ауадағы СО, NO<sub>2</sub> газдар концентрациясын анықтаудың электрохимиялық және хемилюминесцентті әдістерінің сипаттамасы;
- б) атмосфералық ауадағы СО, NO<sub>2</sub> газдар концентрацияларының уақытқа графикалық тәуелділігін тұрғызу;
- в) атмосфералық ауадағы СО, NO<sub>2</sub> газдарының концентрациясын ШРК-мен салыстыру;
- г) қорытындылар.

### **6.4 Бақылау сұрақтары**

1. Газдар концентрациясын анықтаудың электрохимиялық әдісі.
2. Газдар концентрациясын анықтаудың хемилюминесцентті әдісі.
3. Электрохимиялық талдағыштың құрама-сұлбасы.
4. Хемилюминесценция кезеңдері.
5. Газ талдағыштың жұмыс істеу қағидалары.



## Әдебиеттер тізімі

1. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Книга 1. Химические методы анализа. - Научная школа: Кубанский госуд.аграр.унив-т, г. Краснодар, 2020. <https://urait.ru/viewer/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-1-himicheskie-metody-analiza-450432#page/1>

1. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Книга 2. Физико-химические методы анализа. –М.: Юрайт, 2020. -344 с. <https://urait.ru/viewer/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza-450453#page/2>

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 394 с. <https://urait.ru/viewer/analiticheskaya-himiya-i-fiziko-himicheskie-metody-analiza-449690#page/1>

4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн.: учебник для вузов / В. П. Васильев. - 5-е изд. стереотип. - М.: Дрофа, 2005 (Высшее образование). Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - 2005. - 367 с.

5. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн.: учебник для вузов / В. П. Васильев. - 4-е изд. стереотип. - М.: Дрофа, 2004 (Высшее образование). Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - 2004. - 383с.

6. Еремкин А.И. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.- М.: АСВ, 2001. - 176 с.

7. СТ НАО 56023-1910-04-2020. Учебно-методические, учебные и выпускные работы. – Алматы, 2020. -49 с.

## Мазмұны

Кіріспе .....	3
1. №1 зертханалық жұмыс. Ерітінділерді дайындау .....	4
2. №2 зертханалық жұмыс. Тұзсыздандырылған суды ионометрия әдісімен талдау .....	8
3. №3 зертханалық жұмыс. Сулы орта компонентінің сандық мөлшерін фотоэлектрколориметриялық әдіспен анықтау.....	11
4. №4 зертханалық жұмыс. Қышқылдар қоспасын кондуктометриялық әдіспен титрлеу .....	16
5. №5 зертханалық жұмыс. Ерітіндідегі темір және мыс иондарының қоспасын адсорбциялық хроматография әдісімен бөлу .....	18
6. №6 зертханалық жұмыс. Ауа құрамындағы газдар концентрациясын анықтау .....	21
Әдебиеттер тізімі .....	25

2022 ж. негізгі жоспары, реті 49.

Туманова Айтбала Айтеновна

## **ӨЛШЕУ, СЫНАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ**

Дайындау бағыты В094 – «Санитарлы-профилактикалық іс-шаралары»  
барлық білім беру бағдарламаларының студенттері үшін зертханалық  
жұмыстарға әдістемелік нұсқаулар

Редактор:  
Стандарттау бойынша маман:

Изтелеуова Ж.Н.  
Ануарбек Ж.А.

Басылымға қол қойылды \_\_.\_\_.\_\_.  
Таралымы 50 дана.  
Көлемі 2,0 оқу- бас.ә.

Пішімі 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз № 1  
Тапсырыс Бағасы 1000 тг.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс  
университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірме – көбейту бюросы  
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126/1