

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Ө. СҰЛТАНҒАЗИН АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ МЕМЛЕКЕТТІК  
ПЕДАГОГИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

**Таурбаева Г.О.**

**Химиядан оқушылардың  
олимпиадалық есептері**

**Оқу құралы**

Қостанай 2019

**УДК 372.8**  
**ББК 74.262.4**  
**Т 24**

**Автор:**

**Таурбаева Гүлжан Ормантайқызы**, химия ғылымдарының кандидаты, жаратылыстану ғылымдары кафедрасының қауымдастырылған профессоры

**Рецензенттер:**

**Аубакирова Г.Б.**, химия ғылымдарының кандидаты, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті «Химия және химиялық технологиялар» кафедрасының доценті;

**Абдыкаликова К.А.**, химия ғылымдарының кандидаты, доцент (Ө. Сұлтанғазин атындағы Қостанай мемлекеттік педагогикалық университеті)

**Таурбаева Г.О.**

**T24 Химиядан оқушылардың олимпиадалық есептері /**  
Г.О. Таурбаева. – Қостанай: ҚМПУ, 2019. – 96 б.

**ISBN 978-601-7934-78-1**

Оқу құралы оқушылардың олимпиадалық есептерінің жинағы болып табылады. Оған шығарылуы көрсетілген және өз бетінше шығаруға ұсынылатын әртүрлі типтегі олимпиадалық есептер енгізілген. Оқу құралы «Химиядан есептер шығару әдістемесі» пәнін оқитын 5B011200-Химия мамандығының студенттеріне және мектеп мұғалімдеріне арналған. Сонымен қатар оны ЖОО оқытушылары «Дарын» ғылыми-практикалық орталығымен байланыс негізіндегі жұмысында пайдалана алады.

**УДК 372.8**  
**ББК 74.262.4**

Ө. Сұлтанғазин атындағы Қостанай мемлекеттік педагогикалық университеті Ғылыми-әдістемелік кеңесінің шешімімен баспаға ұсынылды.

**ISBN 978-601-7934-78-1**

© Таурбаева Г.О.  
© ҚМПУ, 2019

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	4
Олимпиадалық есептер шығаруға берілетін кейбір жалпы нұсқаулар.....	5
<b>1 Бейорганикалық заттардың химиялық қасиеттері.....</b>	<b>7</b>
1.1 «Электролиз» тақырыбы бойынша есептер.....	7
1.2 Қоспалардың құрамын анықтау есептері.....	14
1.3 «Пластинка» түсінігіне есептер.....	25
1.4 «Олеум» түсінігіне есептер.....	28
1.5 Ерітінділер және олардың концентрациясы.....	33
<b>2 Бейорганикалық заттардың құрамы және басқа сипаттамалары.....</b>	<b>42</b>
2.1 Заттардың формулаларын анықтау.....	42
2.2 Газдардың салыстырмалы тығыздығы .....	44
2.3 Газдардың көлемдік үлестері.....	48
2.4 Кристаллогидраттар және ерігіштік.....	51
2.5 «Белгісіз» затты анықтау, айналым схемаларын шешу.....	58
<b>3 Органикалық заттар: құрамы, құрылысы, қасиеттері .....</b>	<b>64</b>
3.1 Қосылыстардың формуласын анықтау.....	64
3.2 Органикалық заттардың қоспалары .....	73
3.3 Газдар қоспасының құрамы, салыстырмалы тығыздығы және мольдік массасы.....	79
3.4 Заттардың айналым тізбектері.....	81
3.5 Басқа есептер.....	85
Пайдаланылған әдебиет тізімі.....	89
Қосымша.....	90

## КІРІСПЕ

Химиялық есептер шығару – химия ғылымы негіздерін меңгерудің маңызды жағы. Оқу процесіне есептерді ендіру оқытудың келесі дидактикалық принциптерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді: 1) оқушылардың өз бетінше жұмыс істеуін және активтілігін қамтамасыз ету; 2) білім мен дағдыларды бекіту; 3) оқытудың өмірмен байланысын жүзеге асыру; 4) химияда политехникалық оқытуды, кәсіби бағыттауды жүзеге асыру.

Есептер шығара білу дағдыларын қалыптастыру оқыту компоненттерінің бірі боп табылады. Химияны табысты оқыту үшін оқыту, тәрбиелеу және дамытудың бірлігі дидактикалық принципін қолдану қажет.

Есептер шығару барысында заттар және процестер туралы химиялық түсініктер дәлірек қарастырылады және бекітіледі, бар білімді пайдалана білу дағдысы қалыптасады. Өткенді қайталауға, тереңдетуге және саналы түрде түсінуге оқушыларды тарта отырып, химиялық есептер нақты түсініктер жүйесінің қалыптасуына ықпал етеді. Бұл келесі оқытылатын материалды жақсы түсіну үшін қажет. Белгілі бір химиялық ситуациялары бар есептер оқу материалын оқушылардың өз бетінше меңгеруіне түрткі болады. Осыдан оқыту әдістемесіндегі жалпы қабылданған пікір түсінікті болады: материалды меңгергендіктің өлшемі – оқулықтан оқығанды қайталап айтып беру емес, алынған білімді есептер шығаруда пайдалана білу.

Есептер шығару барысында теориялар мен заңдардың мағынасын түсіну, ережелерді, формулаларды есте сақтау, химиялық теңдеулер құру іс жүзінде жүзеге асырылады.

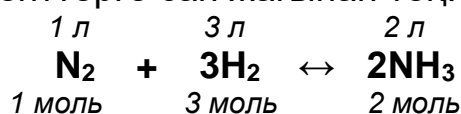
Есептер шығару барысында оқушыларда еңбек сүйгіштік, мақсатқа ұмтылушылық, жауапкершілік, жігерлілік қасиеттері тәрбиеленеді. Сонымен қатар табиғат құбылыстары бірлігін көрсететін пәнаралық байланыс жүзеге асырылады, бұл оқушылардың дүниетанымын дамытады.

Есеп шығару кезінде күрделі ой қызметі жүреді, бұл ойлаудың мағыналық жағының да (білімнің), іс-әрекеттік жағының да (операциялар, әрекеттер) дамуын анықтайды. Білім мен іс-әрекеттің тығыз байланысы ойлаудың әртүрлі тәсілдерінің (пайымдау, қорытынды жасау, дәлелдеу) қалыптасу негізі боп табылады.

Химияны оқытуда есептерді пайдалану тек есептеу әрекетіне ғана емес, есептің химиялық мәніне көңіл аударғанда ғана өзінің рөлін толық дәрежеде орындайды. Заттар және оның айналымдары сапалық та, сандық та жағынан қарастырылады. Сондықтан есеп шығаруда да екі бөлікті көрсетеді: **химиялық және математикалық**. Сонымен, химиялық құбылыстардың сапалық және сандық жақтарының бірлігі кез келген есептің методологиялық негізі боп табылады.

## ОЛИМПИАДАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУҒА БЕРІЛЕТІН КЕЙБІР ЖАЛПЫ НҰСҚАУЛАР

Химиядан олимпиадалық есептердің біраз бөлігі газдардың қатысуымен жүретін реакцияларға негізделеді. Мұндай жағдайда көлемдік қатынастар заңын білу қажет болады. Мысалы, бұл – бір газдың көлемі белгілі болса, басқа газдардың көлемі де белгілі деген сөз. Себебі аталған заңға сәйкес бірдей жағдайда реакцияға қатысушы, яғни реакцияға түсетін және түзілетін газдар көлемдерінің өзара қатынасы олардың зат мөлшерлерінің қатынасындай болады. Ал реакцияға қатысушы заттардың мөлшерлері реакция теңдеуі бойынша белгілі, олар формула алдындағы коэффициенттерге сан жағынан тең. Мысалы:



Осындай есептер берілген кезде газ көлемдерінің орнына олардың мөлшерлерін немесе керісінше ала беруге болады (осы құралдағы есептердің шығарылуында бұл жағдай кездеседі).

Есептерде газдар қоспасының орташа мольдік массасын есептеу жағдайы кездеседі. Бұл кезде келесі формула пайдаланылады:

$$M(\text{орташа}) = \frac{M(\text{газ 1}) \cdot \nu(\text{газ 1}) + M(\text{газ 2}) \cdot \nu(\text{газ 2}) + \dots}{\nu(\text{газ 1}) + \nu(\text{газ 2}) + \dots};$$

Осы формулада, жоғарыда айтылғанға сәйкес, есеп шарты бойынша зат мөлшерлері белгісіз болып, газдардың көлемдері белгілі болса, мөлшер орнына көлем мәнін қоюға болады:

$$M(\text{орташа}) = \frac{M(\text{газ 1}) \cdot V(\text{газ 1}) + M(\text{газ 2}) \cdot V(\text{газ 2}) + \dots}{V(\text{газ 1}) + V(\text{газ 2}) + \dots};$$

Есеп шығаруда ерітінділер концентрациясы деген физикалық шамалар жиі қолданылады. Көбінесе еріген заттың массалық үлесі, мольдік концентрация шамалары кездеседі. Мысалы:  $\omega(\text{HNO}_3) = \frac{27,72 \text{ г}}{647,46 \text{ г}} = 0,0428$  (4,28 %), мұндағы 27,72 г – еріген заттың, яғни азот қышқылының массасы, 647,46 г – ерітінді массасы. Ал мольдік концентрация дегеніміз – еріген заттың моль санының ерітінді көлеміне қатынасы, басқаша айтқанда ерітіндінің 1 литрінде болатын еріген заттың моль санын көрсетеді:  $C_m = \frac{\nu \text{ еріген зат}}{V \text{ ерітінді}}$ ; (моль/л арқылы өлшенеді).

Көптеген есептерде бастапқы ерітіндіде өзгерістер болып өткеннен кейінгі қалған соңғы ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін есептеу қажеттілігі туады. Осындай кезде бастапқы ерітіндіге келіп қосылған заттардың және одан кеткен заттардың (тұнба, газ) массаларын ескеру қажет. Мысалы, келесі есепті алайық: массасы 21,1 г мырыш пен алюминийдің қоспасы 565 мл 20 %-дық азот қышқылы ерітіндісінде ( $\rho = 1,115 \text{ г/мл}$ ) ерітілді. Бөлініп шыққан газ жай зат және азот қышқылы

тотықсыздануының жалғыз ғана өнімі болып табылады, оның көлемі 2,912 л (қ.ж.) болды. Алынған ерітіндідегі барлық заттардың массалық үлестерін табу. Есептің шығарылуының соңында  $m_{\text{ерітінді соңғы}} = 630 + 21,1 - 1,12 - 2,52 = 647,46$  г деген өрнек арқылы соңғы ерітіндінің массасы есептеледі. Мұндағы 630 – бұл бастапқы ерітіндінің массасы (г), оған 21,1 г мырыш пен алюминийдің қоспасы келіп қосылды, ал ерітіндіден 1,12 г (бір реакцияда) және 2,52 г (екінші реакцияда) газ түрінде  $N_2$  кетті. Әрі қарай осы ерітіндіде болатын заттардың массалық үлестері есептеледі (есептің толық шығарылуы осы құралда берілген).

«Кристаллогидраттар» тақырыбына берілетін есептерде белгілі бір температура кезіндегі заттардың ерігіштігі беріледі, мысалы: калий нитратының  $60^\circ\text{C}$  кезіндегі ерігіштік коэффициенті  $110 \text{ г} / 100 \text{ г су}$ . Осы берілген мән бізге қандай ақпарат береді? Бұл арқылы біз осы температура кезіндегі еріген заттың массалық үлесін және әрі қарай басқа қажетті мәндерді таба аламыз:  $\omega = \frac{m_{\text{еріген зат}}}{m_{\text{ерітінді}}}$ ; Біздің мысалда еріген заттың, яғни калий нитратының массасы 110 г, оған 100 г су қосылады, сонда ерітінді массасы 210 г болады:  $\omega(KNO_3) = \frac{110 \text{ г}}{210 \text{ г}} = 0,5238$  немесе 52,38 %. Алынған массалық үлес мәні есеп шартына сай еріген зат немесе ерітінді массасының басқа мәндерін пайдаланып, есеп шығаруға мүмкіндік береді.

Қоспаға берілетін есептерде мына жағдайды ескеру қажет. Қоспадағы заттың мольдік, көлемдік және массалық үлесі қоспаның жалпы мөлшеріне тәуелді емес, сондықтан есептеулер үшін көбінесе қоспаның кез келген ыңғайлы мөлшерін алады, мысалы: 1 моль, 100 л немесе 100 г және т.с.с.

Көптеген жағдайда есепті шығара алмау заттардың химиялық қасиеттерін білмеуге байланысты болады. Сондықтан заттардың химиялық қасиеттерін білу, реакция теңдеулерін дұрыс құру – есепті дұрыс шығарудың басты шарты. Мысалы, калий хлораты, пиролюзит және калий перманганатының эквиволярлы қоспасы екі бірдей бөлікке бөлінді. Бір бөлігіне тұз қышқылының артық мөлшері құйылды және бөлінген газ жинап алынды. Екінші бөлігі  $200-250^\circ\text{C}$ -қа дейін қыздырылды және бөлінген газ қоспаның бірінші порциясын өңдегенде түзілген газбен қосылып, араластырылды. Газдар қоспасының сандық құрамын (көлемдік және массалық %) табу. Бұл есептің математикалық жағына қарағанда химиялық жағы басым, себебі берілген заттардың химиялық қасиеттерін біліп, реакция теңдеулері дұрыс жазылса, қалған математикалық амалдар қиын емес. Кейбір есептерде, керісінше, химиялық реакция теңдеуі оңай жазылғанмен, математикалық есептеулері күрделі болады.

Бұл айтылғандар, әрине, есеп шығарудың барлық жақтарын қамти алмайды, әрбір нақты жағдайда әр есептің өзінің бір ерекшеліктері болады. Сондықтан есептер шығара білу үшін көп жаттығу керек.

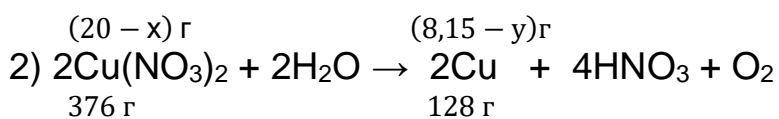
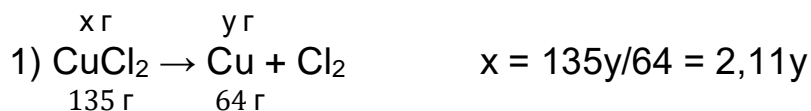
# 1 БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

## 1.1 «Электролиз» тақырыбы бойынша есептер

1.1.1 Массасы 20 г мыс (II) хлориді мен нитратының қоспасы 250 мл суда ерітілді және алынған ерітінді электролизге ұшыратылды, бұл кезде 8,15 г металл алынды. Электролизден кейінгі алынған ерітіндідегі электролиттің массалық үлесін табу.

### Шығарылуы:

Электролиз теңдеулері:



$8,15 - y = (20 - x) \cdot 128 / 376$ ;  $x$ -тің орнына 2,11 $y$  мәнін қойып, есептегенде:  
 **$y = 4,73 \text{ г}$**  (Cu 1-ші реакция бойынша түзіледі)

Сонда  $m(\text{Cu} \text{ 2-ші реакция бойынша}) = 8,15 - 4,73 = 3,42 \text{ г}$

Реакцияға түскен  $\text{CuCl}_2$  массасы:  $x = 2,11 \cdot 4,73 = 9,98 \text{ г}$

$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 20 - 9,98 = 10,02 \text{ г}$

Осы  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  массасын пайдалана отырып, 2-ші реакция теңдеуі бойынша табамыз:  $m(\text{HNO}_3) = 6,715 \text{ г}$ ;  $m(\text{O}_2) = 0,85 \text{ г}$ .

$\text{CuCl}_2$  массасын біле отырып, 1-ші реакция теңдеуі бойынша түзілген хлор массасын табамыз:  $m(\text{Cl}_2) = 5,23 \text{ г}$ .

Бастапқы ерітіндіге келіп қосылған және одан кеткен барлық заттарды ескере отырып, соңғы ерітіндінің массасын есептейміз:

$m(\text{ерітінді соңғы}) = 250 + 20 - 8,15 - 0,85 - 5,23 = 255,77 \text{ г}$

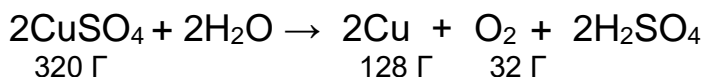
**$\omega(\text{HNO}_3) = 6,715 / 255,77 \cdot 100 \% = 2,625 \% \text{ (жауабы)}$**

1.1.2 Мыс (II) сульфатының 400 мл 6 %-дық ерітіндісінің ( $\rho = 1,02 \text{ г/мл}$ ) электролизі ерітінді массасы 10 грамға азайғанша жүргізілді. Қалған ерітіндідегі қосылыстардың массалық үлестерін және инертті электродтарда түзілген өнімдердің массаларын табу.

### Шығарылуы:

$m(\text{ерітінді}) = 400 \cdot 1,02 = 408 \text{ г}$

$m(\text{CuSO}_4) = 408 \cdot 0,06 = 24,48 \text{ г}$



Ерітінді массасының 10 грамға азаюы түзілген мыс пен оттегінің массасы 10 г екенін көрсетеді. Реакция теңдеуі бойынша түзілетін мыс массасы 128 г және оттегі массасы 32 г, осы сандардың қатынасы 8 : 2 қатынасын береді, яғни **8 г мыс және 2 г оттегі** түзілген (жауабы).

Реакция теңдеуі бойынша бұған 20 г  $\text{CuSO}_4$  жұмсалады және 12,25 г күкірт қышқылы түзіледі. Ерітіндіде қалған  $m(\text{CuSO}_4) = 24,48 - 20,00 = 4,48$  г;

$$m(\text{ерітінді қалған}) = 408 - 10 = 398 \text{ г.}$$

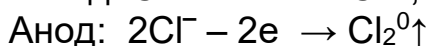
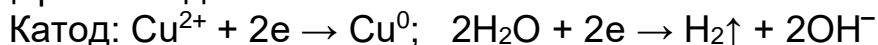
Сонымен,  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 12,25 / 398 \cdot 100 \% = 3,077 \%$  (жауабы)

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 4,48 / 398 \cdot 100 \% = 1,125 \% \text{ (жауабы)}$$

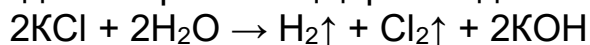
**1.1.3** Мыс (II) сульфатының 200 г 16 %-дық ерітіндісіне калий хлоридінің 200 г 29,8 %-дық ерітіндісі қосылды. Алынған ерітінді инертті электродтармен электролизге ұшыратылды. Электролиз сульфат-иондарының ерітіндідегі массалық үлесі 5,61 % болған кезде аяқталды. Электродтарда бөлінген өнімдердің массаларын табу.

### Шығарылуы:

1) Ерітінділерді бір-біріне құйғанда химиялық әрекеттесу болмайды. Ерітіндіде калий хлориді де, мыс (II) сульфаты да болады. Екі тұз да электролизге ұшырайды. Катодта мыс иондары толығымен тотықсызданып болғаннан кейін ғана су тотықсызданады, ал анодта тек хлорид-иондар тотығады:



2) Калий хлориді электролизінің қорытынды теңдеуі:



3) Бастапқы ерітіндідегі заттар мөлшері:

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{200 \text{ г} \cdot 0,16}{160 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль, осыдан } n(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl}) = \frac{200 \text{ г} \cdot 0,298}{74,5 \text{ г/моль}} = 0,8 \text{ моль, осыдан } n(\text{Cl}_2) = 0,4 \text{ моль (реакция теңдеуі бойынша).}$$

4) Екі тұз да толығымен ыдырады деп есептейік. Алдымен 0,2 моль мыс иондары тотықсызданады, бұған анодта 0,4 моль хлор иондарының тотығуы сәйкес келеді. Хлор иондарының бастапқы мөлшері – 0,8 моль, яғни 0,4 моль хлор иондары әрі қарай катодта (барлық мыс бөлініп шыққаннан кейін) судың тотықсыздануымен параллель жүреді. Су электролизі кезінде бөлініп шыққан сутегінің мөлшері хлор иондарының мөлшерінен 2 есе аз болады, яғни 0,2 моль (қорытынды теңдеуді қара).

5) Бөлініп шыққан хлор, мыс және сутегі массаларын табамыз:

$$m(\text{Cl}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 28,4 \text{ г (жауабы)}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г (жауабы)}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ г}$$

Бөлініп шыққан өнімдердің қосынды массасы:

$$m(\text{өнімдер}) = 28,4 + 12,8 + 0,4 = 41,6 \text{ г}$$

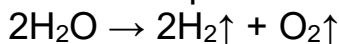
6) Электролизден кейінгі ерітінді массасын сульфат-иондарының мөлшері (0,2 моль) бойынша анықтаймыз:

$$m(\text{ерітінді}) = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 96 \text{ г/моль}}{0,0561} = 342,2 \text{ г}$$



Ерітінді массасының өзгеруі:

$\Delta m(\text{ерітінді}) = 400 \text{ г} - 342,2 \text{ г} = 57,8 \text{ г}$ , бұл бөлініп шыққан өнімдердің массасынан (41,6 г) артық, яғни электролизге қосымша су ұшырады:



7) Электролизге ұшыраған судың массасы мен мөлшерін табамыз:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 57,8 \text{ г} - 41,6 \text{ г} = 16,2 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{16,2 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,9 \text{ моль}$$

8) Су электролизі кезінде түзілген сутегі мен оттегінің массасы мен мөлшерін есептейміз:

$$\nu(\text{O}_2) = 0,5 \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,45 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,45 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 14,4 \text{ г (жауабы)}$$

$$\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,9 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 1,8 \text{ г}$$

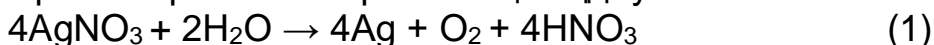
$$m(\text{барлық бөлінген H}_2) = 1,8 \text{ г} + 0,4 \text{ г} = 2,2 \text{ г (жауабы)}$$

**1.1.4** Массасы 1000 г 5,1 %-дық күміс нитратының ерітіндісі электролизге ұшыратылды. Бұл кезде катодта 10,8 г зат бөлініп шықты. Содан кейін электролизерге 500 г 13,5 %-дық мыс (II) хлоридінің ерітіндісі қосылды және ерітінді анодта 8,96 л (қ.ж.) газ бөлінгенше қайтадан электролизге ұшыратылды. Соңғы ерітіндідегі заттардың массалық үлестері қандай?

**Шығарылуы:**

$$m(\text{AgNO}_3) = 1000 \cdot 0,051 = 51 \text{ г}$$

Күміс нитраты электролизінің теңдеуі:



Катодта күміс бөлініп шығады:  $\text{Ag}^+ + 1\text{e} \rightarrow \text{Ag}^0$

Катодта 10,8 г күміс бөлінсе, оған реакция теңдеуі бойынша 16,767 г  $\text{AgNO}_3$  жұмсалады. Сонда ерітіндіде  $51 \text{ г} - 16,767 \text{ г} = 34,233 \text{ г}$   $\text{AgNO}_3$  қалады. Ерітіндіде 6,3 г  $\text{HNO}_3$  түзіледі, ал анодта 0,8 г  $\text{O}_2$  бөлініп шығады (реакция теңдеуі бойынша есептеңіз). Мыс (II) хлоридінің ерітіндісін қосқанда жүретін реакция:



Қосылған мыс (II) хлоридінің массасы:  $m(\text{CuCl}_2) = 500 \cdot 0,135 = 67,5 \text{ г}$ . Екінші теңдеу бойынша қай тұз реакцияға толығымен түсіп кететінін табамыз:

$$\nu(\text{CuCl}_2) = 67,5 \text{ г} / 135 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{AgNO}_3) = 34,233 \text{ г} / 170 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль, яғни } 0,2 \text{ моль } \text{AgNO}_3$$

реакцияға толығымен түседі, онымен әрекеттесуге реакция теңдеуі бойынша 0,1 моль ғана  $\text{CuCl}_2$  жұмсалады, 0,4 моль немесе 54 г  $\text{CuCl}_2$  ерітіндіде қалып, электролизге ұшырайды:

$\text{CuCl}_2$  электролиз  $\rightarrow \text{Cu} + \text{Cl}_2\uparrow$  Осы реакция теңдеуі бойынша анодта 8,96 л (немесе 28,4 г) хлор бөлінсе, 54 г  $\text{CuCl}_2$  жұмсалады, яғни ерітіндіде бұл

зат қалмайды. Түзілетін мыстың массасы – 25,6 г. Екінші реакция теңдеуі бойынша 0,2 моль  $\text{AgNO}_3$  әрекеттескенде 0,1 моль немесе  $0,1 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 18,8 \text{ г}$   $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  түзіледі, сонымен қатар 0,2 моль немесе  $0,2 \text{ моль} \cdot 143,5 \text{ г/моль} = 28,7 \text{ г}$   $\text{AgCl} \downarrow$  тұнбаға түседі.

Сонымен, ерітіндіде **6,3 г  $\text{HNO}_3$  және 18,8 г  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$**  болады. Соңғы ерітіндінің массасын есептейміз:

$m$  (ерітінді соңғы) =  $1000 + 500 - 10,8 \text{ г} (\text{Ag}) - 0,8 \text{ г} (\text{O}_2) - 28,7 \text{ г} (\text{AgCl}) - 25,6 \text{ г} (\text{Cu}) - 28,4 \text{ г} (\text{Cl}_2) = 1405,7 \text{ г}$ .

**Жауабы:**  $\omega(\text{HNO}_3) = 6,3 \text{ г} / 1405,7 \text{ г} = 0,00448$  немесе  $0,448 \%$

$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 18,8 \text{ г} / 1405,7 = 0,01337$  немесе  $1,337 \%$

**1.1.5** Белгісіз үшвалентті металл хлоридінің балқымасы арқылы 30 минут бойы күші 6,4 А тұрақты ток өткізгенде катодта 1,07 г металл бөлініп шықты. Электролизге ұшыратылған тұз құрамын анықтау.

**Шығарылуы:** Электролиз схемасы:  $2\text{MeCl}_3$

(-) Катод  $\leftarrow 2\text{Me}^{3+} + 6\text{Cl}^- \rightarrow$  Анод (+)

$2\text{Me}^{3+} + 6e = 2\text{Me}$                        $6\text{Cl}^- - 6e = 3\text{Cl}_2 \uparrow$

Балқыма арқылы өткізілген электр тогы мөлшері:

$Q = I \cdot t = 6,4 \text{ А} \cdot 1800 \text{ с} = 11520 \text{ Кл}$ .

Химиялық реакциялардың теңдеулері бойынша есептеулер жүргізген сияқты электродтық теңдеулер бойынша да есептеулер жүргізуге болады. Бұл кезде электрондарды химиялық заттар сияқты қабылдау керек. *Электрондардың 1 молінің заряды  $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 96500 \text{ Кл}$  (Фарадей саны,  $F$ ), сондықтан балқыма арқылы өткізілген электрондар мөлшері:  $\nu(e) = Q/F = 11520/96500 = 0,119$  моль.*

Катодтық процестің теңдеуіне сәйкес бөлініп шыққан металдың мөлшері электрондар мөлшерінен 3 есе аз:

$\nu(\text{Me}) = \nu(e)/3 = 0,0398$  моль. Енді металдың атомдық массасын оңай табуға болады:  $M(\text{Me}) = 1,07 \text{ г} / 0,0398 \text{ моль} = 27 \text{ г/моль}$ . Изделіп отырған металл – алюминий. **Жауабы:**  $\text{AlCl}_3$ .

**1.1.6** Натрий нитратының 1000 г 5 %-дық ерітіндісінің электролизі кезінде анодта  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  температура және  $1,24 \cdot 10^5 \text{ Па}$  қысымда өлшенген 80 л оттегі бөлініп шықты. Электролизден кейінгі ерітіндідегі натрий нитратының ерітіндідегі массалық үлесін есептеу.

**Шығарылуы:** Электролиз схемасы:

$\text{NaNO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$

$4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 4\text{OH}^-$

(-) Катод                                      Анод(+)

$\text{Na}^+$      $\text{NO}_3^-$

$4\text{H}^+ + 4e = 2\text{H}_2 \uparrow$                        $4\text{OH}^- - 4e = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Натрий нитратының судағы ерітіндісінің электролизі кезінде су ыдырайды, тұздың өзінің массасы өзгермейді. Судың массасы азаяды, сондықтан еріген тұздың концентрациясы артады. Әрі қарай ыдыраған

судың мөлшерін және тұздың ерітіндідегі массалық үлесін табу керек болады.

Судың электролиздік ыдырауының теңдеуі:  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$   
Оттегінің мөлшері:

$$v = \frac{pV}{RT} = \frac{1,24 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 10^8 \text{ м}^3}{8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 298 \text{ К}} = 4 \text{ моль.}$$

Осыдан 8 моль су ыдырағаны шығады немесе  $8 \cdot 18 = 144 \text{ г H}_2\text{O}$ .

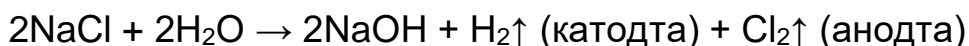
Бастапқы ерітіндіде  $1000 \cdot 0,05 = 50 \text{ г NaNO}_3$  болған. Электролизден кейінгі ерітіндідегі тұздың массалық үлесі:

$$\omega(\text{NaNO}_3) = \frac{50 \text{ г}}{(1000 - 144) \text{ г}} \cdot 100\% = 5,8 \%; \text{ Жауабы: } 5,8 \% \text{ NaNO}_3.$$

**1.1.7** Құрамында тұз қышқылы және натрий хлориді бар 1 л ерітіндінің электролизі кезінде катодта 20,16 л, ал анодта 13,44 л (қ.ж.) газ тәрізді заттар бөлініп шықты. Түзілген ерітіндіде  $\text{pH} = 13$ . Бастапқы ерітіндідегі заттардың мольдік концентрацияларын есептеу. Күміс нитратының артық мөлшерімен а) бастапқы ерітіндіге, б) соңғы ерітіндіге әсер еткенде тұнбаның қандай массасы түзіледі?

**Шығарылуы:**

Алдымен электролизге  $\text{HCl}$ , содан кейін  $\text{NaCl}$  ұшырайды:

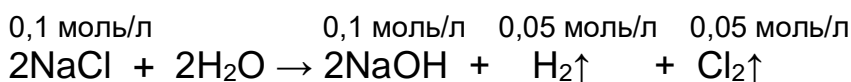


$$v(\text{H}_2) = \frac{20,16 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,9 \text{ моль};$$

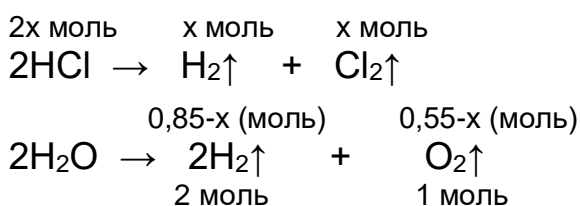
$$v(\text{Cl}_2 \text{ және } \text{O}_2 \text{ болуы мүмкін}) = \frac{13,44 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,6 \text{ моль};$$

$\text{pH} = 13$ , яғни  $\text{pOH} = 1$ , өйткені  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ ;

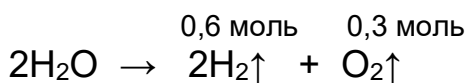
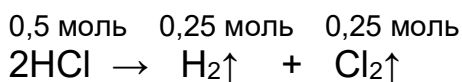
$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$ ; осыдан  $[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ моль/л}$  немесе  $0,1 \text{ моль/л}$ . Бұл ерітіндіде электролиз нәтижесінде түзілген  $\text{NaOH}$  концентрациясы  $0,1 \text{ моль/л}$  екенін көрсетеді:



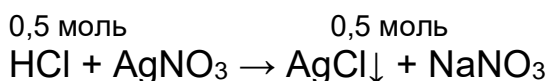
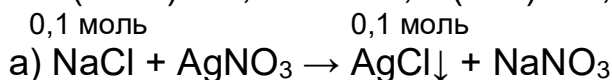
Тек тұз қышқылының электролизі  $2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$  жүрсе, катодта және анодта түзілген газдар мөлшері тең болу керек, бірақ қалған газдар мөлшері тең емес:  $0,9 - 0,05 = 0,85 \text{ моль (H}_2)$ ;  $0,6 - 0,05 = 0,55 \text{ моль (Cl}_2 \text{ және O}_2? \text{ болуы мүмкін)}$ . Бұл электролизге судың да ұшырайтынын көрсетеді.  $\text{HCl}$  электролизі кезінде түзілген  $\text{H}_2$  мөлшерін  $x \text{ моль}$  деп алайық, сонда:



$0,85 - x = 2(0,55 - x)$ ; осыдан  $x = 0,25$  моль. Сонымен:



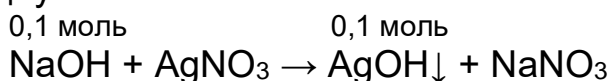
Сонымен, бастапқы ерітіндідегі заттардың мольдік концентрациялары:  $C(\text{NaCl}) = 0,1$  моль/л;  $C(\text{HCl}) = 0,5$  моль/л;



Бастапқы ерітіндіге күміс нитратымен әсер еткенде барлығы, яғни осы екі реакция бойынша  $0,6$  моль тұнба түзіледі, оның массасы ( $M_{\text{AgCl}} = 143,5$  г/моль):

$$m(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г/моль} \cdot 0,6 \text{ моль} = 86,1 \text{ г (жауабы)}$$

б) Соңғы ерітіндіге күміс нитратымен әсер еткенде жүретін реакция теңдеуі:



$M(\text{AgOH}) = 125$  г/моль;  $m(\text{AgOH}) = 125$  г/моль  $\cdot$   $0,1$  моль =  $12,5$  г (жауабы). Күміс гидроксиді әрі қарай күміс оксидіне ыдырайды деп, оның массасын да есептеуге болады.

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Калий хлоридінің  $14,9$  %-дық  $240$  г ерітіндісінің электролизі кезінде анодта  $4,48$  л (қ.ж.) газ бөлініп шықты. Электролизден кейінгі ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін табу (жауабы:  $9,94$  % КОН;  $2,64$  % КСІ).

2) Натрий хлоридінің  $200$  г  $14$  %-дық ерітіндісінің электролизі катодта  $5,6$  л (қ.ж.) газ бөлінгенше жүргізілді. Электролизден кейінгі ерітіндіге күміс нитраты ерітіндісінің артық мөлшері қосылды. Осы кезде түзілген тұнбадағы заттардың массалық үлестерін табу (жауабы:  $\omega(\text{Ag}_2\text{O}) = 66,9$  %;  $\omega(\text{AgCl}) = 33,1$  %).

3) Мыс (II) сульфатының  $10$  %-дық  $96$  г ерітіндісін толық электролизге ұшыратылды. Осыдан кейін түзілген ерітінді арқылы  $1344$  мл (қ.ж.) аммиак өткізілді. Алынған ерітіндідегі тұздың массалық үлесін есептеу (жауабы:  $\omega(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 7,48$  %).

4) Литий хлоридінің  $34$  г  $5$  %-дық ерітіндісінің толық электролизі нәтижесінде түзілген хлор темір (II) хлориді ерітіндісі арқылы өткізілді. Хлор толығымен әрекеттеседі және құрамында  $13$  % бір ғана тұз бар ерітінді түзілді. Бастапқы ерітіндідегі темір (II) хлоридінің массалық үлесін есептеу (жауабы:  $10,46$  %).

5) Калий сульфидінің 15 %-дық 88 г ерітіндісінің электролизі катодта 3,36 л (қ.ж.) газ бөлінгенше жүргізілді. Электролизден кейінгі ерітінді 50 г сумен сұйылтылды, содан кейін оған 10,56 г көмірқышқыл газы жіберілді. Соңғы ерітіндідегі тұздың массалық үлесін есептеу (жауабы:  $\omega(\text{KHSO}_3) = 16,67\%$ ).

6) Натрий бромидінің 42 г ерітіндісінің электролизі анодта бромның бөлінуі тоқтағанша жүргізілді. Алынған ерітіндіге мыс (II) сульфатының 130 г 8 %-дық ерітіндісі қосылды, осы кезде массасы 5,88 г тұнба түзілді. Соңғы ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін есептеу (жауабы:  $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5,45\%$ ;  $\omega(\text{CuSO}_4)_{\text{қалған}} = 0,51\%$ ).

7) Мыс (II) нитратының 300 г ерітіндісінің ішінара электролизі кезінде құрамында 4,5 % мыс (II) нитраты бар 288 г ерітінді алынды. Бастапқы ерітіндідегі мыс (II) нитратының массалық үлесін есептеу (жауабы: 13,72 %).

8) Натрий сульфидінің 120 г 3,9 %-дық ерітіндісінің электролизінен кейін алынған ерітіндіге 2,87 г мырыш купоросы ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) қосылды. Тұнбаның мүмкіндігінше максимал массасы түсу үшін алынған ерітіндіге 10 %-дық тұз қышқылының қанша грамын қосу керек? (жауабы: 36,5 г).

9) Электролиз жүргізу үшін (инертті электродтарда) 500 г 16 %-дық мыс (II) сульфаты ерітіндісі алынды. Анодта 1,12 л (қ.ж.) газ бөлінгеннен кейін процесс тоқтатылды. Алынған ерітіндіден массасы 98,4 г порция бөлініп алынды. Мыс иондары толығымен тұнбаға түсу үшін ерітіндінің бөліп алынған порциясына 20 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісінің қандай массасын қосу керек? (жауабы: 40 г).

10) Электролиз жүргізу үшін (инертті электродтарда) 282 г 40 %-дық мыс (II) нитраты ерітіндісі алынды. Ерітінді массасы 32 грамға азайғаннан кейін процесс тоқтатылды. Алынған ерітіндіге 140 г 40 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісі қосылды. Алынған ерітіндідегі сілтінің массалық үлесін табу (жауабы: 2,16 %).

11) Күміс нитратының 400 г 8,5 %-дық ерітіндісінің электролизі ерітінді массасы 25 грамға азайғанша жүргізілді. Электролиз аяқталғаннан кейінгі ерітіндідегі қосылыстардың массалық үлестерін және инертті электродтарда түзілген заттардың массаларын табу (жауабы:  $\omega(\text{HNO}_3) = 3,36\%$ ; 21,6 г Ag; 0,2 г  $\text{H}_2$ ; 3,2 г  $\text{O}_2$ ).

**Ескерту:** «толық электролиз» ерітіндіде тұз біткеннен кейін электролиз тоқтатылатынын көрсетеді.

## 1.2 Қоспалардың құрамын анықтау есептері

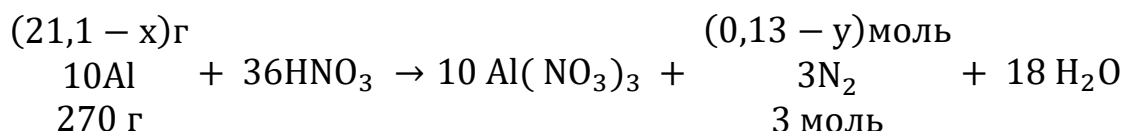
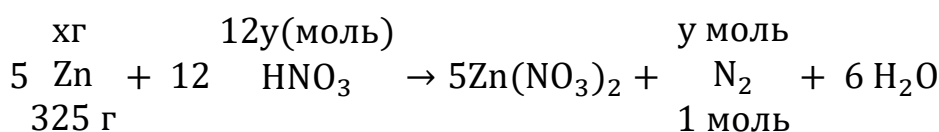
**1.2.1** Массасы 21,1 г мырыш пен алюминийдің қоспасы 565 мл 20 %-дық азот қышқылы ерітіндісінде ( $\rho = 1,115$  г/мл) ерітілді. Бөлініп шыққан газ жай зат және азот қышқылы тотықсыздануының жалғыз ғана өнімі болып табылады, оның көлемі 2,912 л (қ.ж.) болды. Алынған ерітіндідегі барлық заттардың массалық үлестерін табу.

### Шығарылуы:

$$m_{\text{ерітінді } HNO_3} = 565 \cdot 1,115 = 630 \text{ г}$$

$$m(HNO_3) = 630 \cdot 0,2 = 126 \text{ г}$$

$$v(N_2) = \frac{2,912 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,13 \text{ моль}$$



$$325 \text{ у} = \text{х}; (21,1 - \text{х}) \cdot 3 = 270 (0,13 - \text{у});$$

$$63,3 - 3\text{х} = 35,1 - 270\text{у}$$

$$63,3 - 975\text{у} = 35,1 - 270\text{у}$$

$28,2 = 705\text{у}; \text{у} = \mathbf{0,04 \text{ моль}}$  немесе 1,12 г  $\mathbf{N_2}$  мырыш реакциясында түзілді.

$0,13 - 0,04 = \mathbf{0,09 \text{ моль}}$  немесе 2,52 г  $\mathbf{N_2}$  алюминий реакциясында түзілді.

$$\text{Х} = 325 \cdot 0,04 = \mathbf{13 \text{ г Zn}}$$

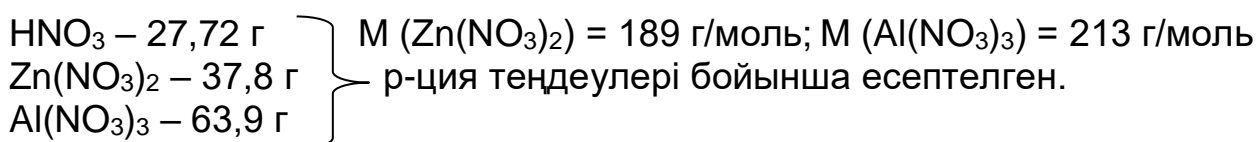
$$21,1 - 13 = \mathbf{8,1 \text{ г Al}}$$

Реакция теңдеулері бойынша қанша азот қышқылы реакцияға түскенін есептейміз: 30,24 г  $\text{HNO}_3$  мырышпен р-яға түсті; 68,04 г  $\text{HNO}_3$  алюминиймен р-яға түсті.

Барлығы: 98,28 г  $\text{HNO}_3$  реакцияға түсті.

$$\text{Қалған } m(\text{HNO}_3) = 126 - 98,28 = 27,72 \text{ г}$$

Соңғы ерітіндіде болады:



$$m_{\text{ерітінді соңғы}} = 630 + 21,1 - 1,12 - 2,52 = 647,46 \text{ г}$$

### Жауабы:

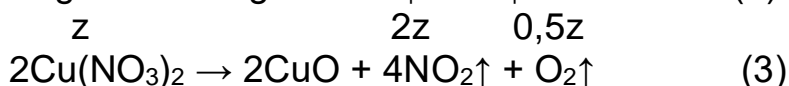
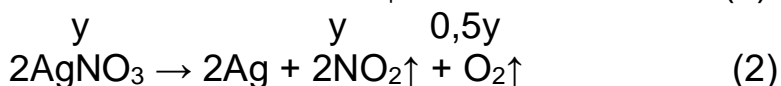
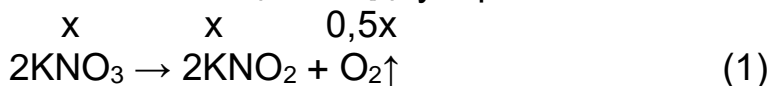
$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{27,72 \text{ г}}{647,46 \text{ г}} = 0,0428 (4,28 \%)$$

$$\omega(\text{Zn(NO}_3)_2) = \frac{37,8 \text{ г}}{647,46 \text{ г}} = 0,058 (5,8\%)$$

$$\omega(\text{Al(NO}_3)_3) = \frac{63,9 \text{ г}}{647,46 \text{ г}} = 0,0987 (9,87\%)$$

**1.2.2** Массасы 18,36 г  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$  және  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  тұздарының қоспасын қыздырғанда (қақтағанда) түзілген газдардың көлемі 4,032 л (қ.ж.) болды. Түзілген қатты қалдықты сумен өндегенде оның массасы 3,7 грамға азайған. Бастапқы қоспадағы тұздардың массалық үлестерін анықтау.

**Шығарылуы:**  $x$  – моль  $\text{KNO}_3$ ,  $y$  – моль  $\text{AgNO}_3$ ,  $z$  – моль  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  болсын. Реакция теңдеулері:



Қатты өнімдердің ішінде тек  $\text{KNO}_2$  суда еритін болғандықтан 3,7 г – бұл  $\text{KNO}_2$  массасы. Бірінші реакция теңдеуі бойынша 3,7 г калий нитритінен 4,4 г  $\text{KNO}_3$  түзіледі.

$M(\text{KNO}_3) = 101$  г/моль,  $M(\text{AgNO}_3) = 170$  г/моль,  $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188$  г/моль.

Түзілген газдардың моль саны:  $4,032 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,18$  моль.

Теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$101x + 170y + 188z = 18,36$$

$$0,5x + 1,5y + 2,5z = 0,18$$

$$101x = 4,4$$

Осы теңдеулерді шешу келесі мәндерді береді:

$$x = 0,0435 \text{ моль}; y = 0,03612 \text{ моль}; z = 0,0416 \text{ моль}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 0,0435 \cdot 101 = 4,39 \text{ г}$$

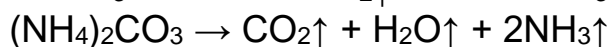
$$m(\text{AgNO}_3) = 0,03612 \cdot 170 = 6,14 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,0416 \cdot 188 = 7,82 \text{ г}$$

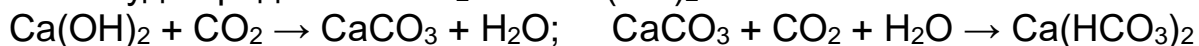
**Жауабы:**  $\omega(\text{KNO}_3) = 23,91 \%$ ;  $\omega(\text{AgNO}_3) = 33,44 \%$ ;  $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 42,59 \%$ .

**1.2.3** Массасы 50 г  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  және  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  қоспасын қақтағанда 25,2 г қалдық түзілген. Оған судың артық мөлшерін қосып, содан кейін көмірқышқыл газының артық мөлшерін жіберген. Нәтижесінде 14 г ерімейтін қалдық алынған. Қоспадағы аммоний карбонатының массасын табу.

**Шығарылуы:**



$$m(\text{CaO}) + m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 25,2 \text{ г.}$$







$$x = 10,01 \text{ г,}$$

$$y = 8,87 \text{ г.}$$

**Жауабы:**

$$\omega(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,01}{18,88} \cdot 100 \% = 53 \%$$

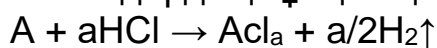
$$\omega(\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3) = \frac{8,87}{18,88} \cdot 100 \% = 47 \%$$

**1.2.5** Массасы 5,95 г және металдардың (А:Б) мольдік арақатынасы 2:1 болатын А металының Б металымен құймасы тұз қышқылында ерітілді. Бұл кезде құйма толығымен еріп кетті және 4,48 л газ (қ.ж) бөлініп шықты. Металдардың мольдік массаларының (А:Б) арақатынасы 0,415-ке тең. Құймадағы металдардың массалық үлесін табу.

**Шығарылуы:**

а – А металының, б – Б металының валенттілігі болсын.

Металдардың тұз қышқылымен әрекеттесу схемаларын жазамыз:



Б металының мольдік массасы М болсын, сонда А металының мольдік массасы 0,415М болады. Егер құйма құрамында Б металы х моль болса, онда А металы 2х моль болады. Бөлініп шыққан сутегінің мөлшері – 0,2 моль.

Теңдеулер жүйесін құрамыз: 
$$\begin{cases} \alpha x + 0,56x = 0,2 \\ 0,415M \cdot 2x + Mx = 5,95 \text{ немесе} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha x + 0,56x = 0,2 \\ 0,83Mx + Mx = 5,95 \end{cases}$$

Екінші теңдеуді 1-ші теңдеуге бөлгенде алынады:

$M = 16,26 (a + 0,56)$ ; а және б айнымалылары 1,2 немесе 3 мәндерін қабылдауы мүмкін.

Мүмкін болатын варианттарды тексере отырып, аламыз:

$$\frac{1,83M}{\alpha + 0,56} = 29,75$$

а = 1, б = 1, М = 24,39 – магнийдің мольдік массасына сәйкес келеді, бірақ ол бірвалентті болмайды.

А = 1, б = 2, М = 32,52 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 1, б = 3, М = 40,65 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 2, б = 1, М = 40,65 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 2, б = 2, М = 48,78 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 2, б = 3, М = 56,91 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 3, б = 1, М = 56,91 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 3, б = 3, М = 73,17 – мұндай мольдік массасы бар металл жоқ.

А = 3, б = 2, М = 65,04 – мырыштың (Zn) мольдік массасына сәйкес келеді. А металының мольдік массасы 26,975, бұл алюминийдің мольдік

массасына сәйкес келеді. Алюминий мен мырыштың мольдік массалары шындығында сәйкесінше 3 және 2.

Жүйенің 1-ші теңдеуін шешу  $x = 0,05$  моль мәнін береді, яғни құймада 0,1 моль алюминий бар.

$$M(\text{Al}) = M \cdot \nu = 27 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = 2,7 \text{ г.}$$

Мырыштың мөлшері – 0,05 моль.

$$M(\text{Zn}) = M \cdot \nu = 65 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 3,25 \text{ г.}$$

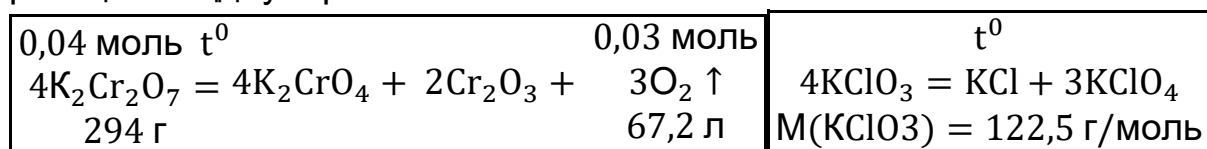
$$\omega(\text{Al}) = \frac{2,7}{5,95} \cdot 100 \% = 45,4 \%$$

$$\omega(\text{Zn}) = \frac{3,25}{5,95} \cdot 100 \% = 54,6 \%$$

**Жауабы:**  $\omega(\text{Al}) = 45,4 \%$ ,  $\omega(\text{Zn}) = 54,6 \%$ .

**1.2.6** Массасы 19,50 г бертолет тұзы мен калий дихроматы қоспасын қақтағанда 0,672 л (қ.ж.) түзілген. Массасы дәл сондай осы қоспаның басқа үлгісін концентрлі тұз қышқылымен өңдегенде 6,72 л (қ.ж.) газ түзілген. Қоспадағы бөгде заттардың массалық үлесін анықтау.

**Шығарылуы:** Қоспаны катализатор қоспай қақтағанда жүретін реакция теңдеулері:



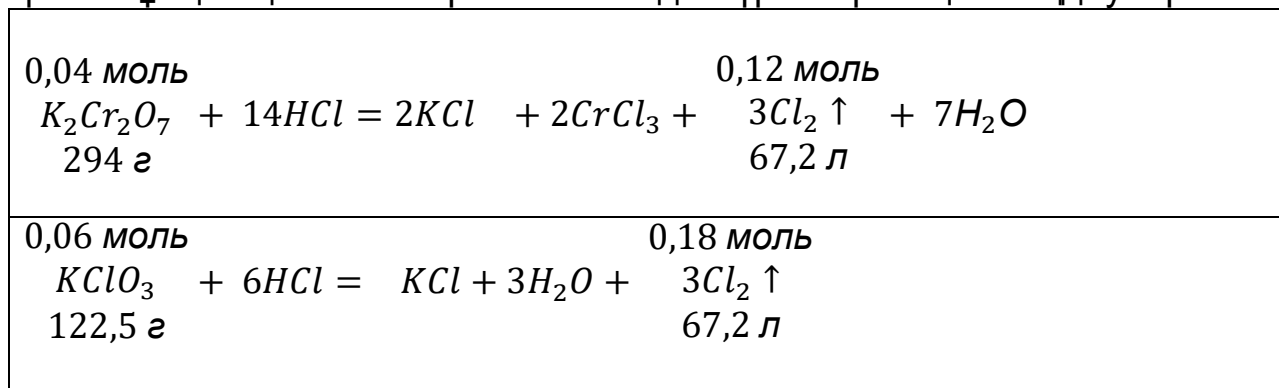
Газ (оттек) тек калий бихроматынан бөлінеді. Оның зат мөлшері:

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{0,672 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,03 \text{ моль};$$

Реакция теңдеуі бойынша:  $\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,04$  моль.

Оның массасы:  $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,04 \text{ моль} \cdot 294 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 11,76 \text{ г}$

Қоспа тұз қышқылымен әрекеттескенде жүретін реакция теңдеулері:



Қоспа тұз қышқылымен әрекеттескенде бөлінген газдың (хлор) жалпы мөлшері  $6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$  (0,12 моль калий бихроматымен, ал 0,18 моль калий хлоратымен реакциясында) екенін ескере отырып, реакция теңдеулері бойынша есептеулер жүргізсек,  $\nu(\text{KClO}_3) = 0,06$  моль екенін табамыз.

Оның массасы:  $m(\text{KClO}_3) = \nu(\text{KClO}_3) \cdot M(\text{KClO}_3) = 0,06 \text{ моль} \cdot 122,5$

г/моль = 7,35 г.

Калий бихроматы мен хлоратының жалпы массасы: 11,76 г + 7,35 г

$$m(K_2Cr_2O_7) + m(KClO_3) = 11,76 \text{ г} + 7,35 \text{ г} = 19,11 \text{ г}.$$

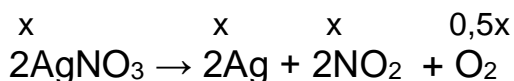
Бөтен қоспалардың массасы:  $m$  (бөтен қоспалар) = 19,50 г – 19,11 г = 0,39 г.

Оның массалық үлесі:  $\omega$  (бөтен қоспалар) = 0,39/19,50 = 0,02 (20 %).

**1.2.7** Күміс нитраты, натрий нитраты және аммоний нитраты қоспасын қақтағаннан кейін сутек бойынша тығыздығы 20,22 болатын газдар қоспасы (қ.ж.) түзілді, ал қалған қатты қалдықтың массасы бастапқы тұздар қоспасының массасынан 2,03 есе аз болды. Бастапқы қоспадағы заттардың массалық үлестерін табу.

**Шығарылуы:**

$x$  – моль  $AgNO_3$ ;  $y$  – моль  $NaNO_3$ ;  $z$  – моль  $NH_4NO_3$  болсын.

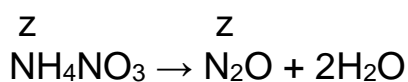
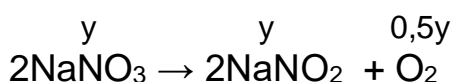


$$M(AgNO_3) = 170 \text{ г/моль}$$

$$M(NaNO_3) = 85 \text{ г/моль}$$

$$M(NH_4NO_3) = 80 \text{ г/моль}$$

$$M(NaNO_2) = 69 \text{ г/моль}$$



$$M(NO_2) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(N_2O) = 44 \text{ г/моль}$$

$$M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$$

**Қоспадағы заттың мольдік, көлемдік және массалық үлесі қоспаның жалпы мөлшеріне тәуелді емес, сондықтан есептеулер үшін көбінесе қоспаның кез келген ыңғайлы мөлшерін алады, мысалы: 1 моль, 100 л немесе 100 г және т.с.с.**

Сондықтан біз  $m_{\text{бастапқы қоспа}} = 100 \text{ г}$  деп алайық. «Қалыпты жағдай» бұл есепте су буының конденсацияланып, яғни сұйық күйге айналып кеткенін көрсетеді, яғни ол газдар қоспасына кірмейді.

Газдардың орташа мольдік массасы:

$$M_{\text{орташа}} = 20,22 \cdot 2 = 40,44 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{орташа}} = \frac{\sum \text{газдар массасы}}{\sum \text{газдар мөлшері}};$$

$$40,44 = \frac{46x + 32 \cdot 0,5x + 32 \cdot 0,5y + 44z}{x + 0,5x + 0,5y + z};$$

Осы теңдікті шешу нәтижесі:

$$1) 4,22y = 1,34x + 3,56z \quad (\text{жүйенің 1-ші теңдеуі})$$

2) Бастапқы тұздар қоспасының массасы қатты қалдық, яғни  $Ag + NaNO_2$  массасынан 2,03 есе артық:

$$\frac{170x+85y+80z}{108x+69y} = 2,03; \text{ осыдан } 49,24x + 55y = 80z \text{ (жүйенің 2-ші теңдеуі).}$$

$$3) 170x + 85y + 80z = 100 \text{ (жүйенің 3-ші теңдеуі).}$$

$$\frac{100}{108x+69y} = 2,03; \quad x = \frac{100-140y}{219,24};$$

$$49,24 \cdot \left(\frac{100-140y}{219,24}\right) + 55y = 80z; \text{ осыдан } z = \frac{104,88y+100}{356};$$

$$4,22y = 1,34 \left(\frac{100-140y}{219,24}\right) + 3,56 \left(\frac{104,88y+100}{356}\right); \text{ осыдан } 4y = 1,6; \quad \boxed{y = 0,4 \text{ МОЛЬ}}$$

$$x = \frac{100-140 \cdot 0,4}{219,24} = 0,2; \quad \boxed{x = 0,2 \text{ МОЛЬ}}$$

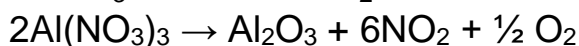
$$z = \frac{104,88 \cdot 0,4+100}{356} = 0,4; \quad \boxed{z = 0,4 \text{ МОЛЬ}}$$

$$\left. \begin{array}{l} m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0,2 = 34 \text{ г} \\ m(\text{NaNO}_3) = 85 \cdot 0,4 = 34 \text{ г} \\ m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80 \cdot 0,4 = 32 \text{ г} \end{array} \right\} 100 \text{ г}$$

$$\left. \begin{array}{l} \omega (\text{AgNO}_3) = 34 \% \\ \omega (\text{NaNO}_3) = 34 \% \\ \omega (\text{NH}_4\text{NO}_3) = 32 \% \end{array} \right\} \text{ жауабы}$$

**1.2.8** Кальций карбонаты мен алюминий нитратының 67,6 г қоспасын қыздырғанда (қақтағанда) түзілген газдар қоспасы азоттан 1,55 есе ауыр болды және осы газдар қоспасы литий гидроксидінің 300 г 8,8 %-дық ерітіндісі арқылы өткізілді. Соңғы ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін табу.

**Шығарылуы:**



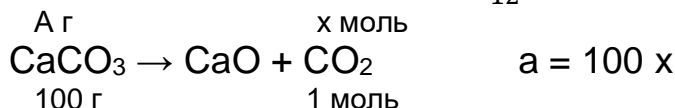
$$M_{\text{орташа}} = 1,55 \cdot 28 = 43,4$$

$$m(\text{LiOH}) = 300 \cdot 0,088 = 26,4 \text{ г.}$$

$$n(\text{LiOH}) = 26,4 : 22 = 1,2 \text{ моль}$$

$\text{CO}_2$  мөлшерін  $x$  моль,  $\text{NO}_2$  мөлшерін  $y$  моль деп алып, түзілген газдар қоспасының орташа мольдік массасын есептейміз:

$$M_{\text{орташа}} = 44 \cdot x + 46y + 32 \cdot \frac{1}{12}y = 44x + 46y + 2,66y = 43,4.$$



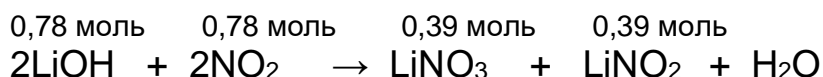
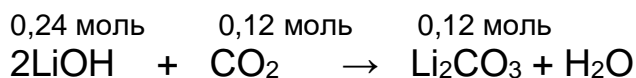
$$\begin{array}{l} (67,6 - a) \text{ г} \qquad \qquad \qquad \text{у моль} \quad \text{у/12 моль} \\ 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{NO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \\ 426 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 6 \text{ моль} \quad \frac{1}{2} \text{ моль} \\ \frac{67,6-100x}{426} = \frac{y}{6}; \qquad \qquad y = \frac{(67,6-100x) \cdot 6}{426} = \frac{405,6-600x}{426} \\ 44x + 46\left(\frac{405,6-600x}{426}\right) + 2,66\left(\frac{405,6-600x}{426}\right) = 43,4 \end{array}$$

$$44x + \frac{18657,6 - 27600x}{426} + \frac{1078,896 - 1596x}{426} = 43,4$$

$$18744x + 18657,6 - 27600x + 1078,896 - 1596x = 18488,4$$

$$10452x = 1248,096$$

$$x = 0,1194 \text{ моль (CO}_2\text{)} \quad y = \frac{405,6 - 600 \cdot 0,1194}{426} = 0,7839 \text{ моль (NO}_2\text{)}$$



Реакцияға барлығы 1,02 моль LiOH түсті, қалғаны  $1,2 - 1,02 = 0,18$  моль.

Сонымен, соңғы ерітіндіде болатын заттар:

0,18 моль LiOH (3,96 г);

0,12 моль Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (8,88 г);

0,39 моль LiNO<sub>3</sub> (26,91 г);

0,39 моль LiNO<sub>2</sub> (20,67 г).

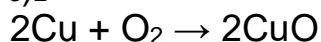
$m_{\text{ерітінді}} = 300 \text{ г} + 0,12 \cdot 44 \text{ (CO}_2 \text{ массасы)} + 0,78 \cdot 46 \text{ (NO}_2 \text{ массасы)} = 341,3 \text{ г}$

$\omega(\text{LiOH}) = 1,16 \%$ ;  $\omega(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 2,60 \%$ ;  $\omega(\text{LiNO}_3) = 7,88 \%$ ;  $\omega(\text{LiNO}_2) = 6,05 \%$ .

**1.2.9** Мыс (II) нитраты мен мыс тозаңы қоспасын тұрақты массаға дейін ауада қыздырғанда массаның азаюы 45,45 %-ды құрады. Қалған қалдық көлемі 64,5 мл және тығыздығы 1,14 г/мл болатын күкірт қышқылының сұйылтылған ерітіндісінің эквиваленттік мөлшерімен әрекеттестірілді. Алынған ерітіндіні 0 °С-қа дейін салқындатқанда массасы 25,1 г кристаллогидрат тұнбаға түсті. Сусыз тұздың 0 °С-тағы ерігіштігі – 12,9 – / 100 г су. Қоспаның сандық құрамын табу.

### Шығарылуы:

Бастапқы қоспаны қыздырғанда келесі процестер жүреді:



$M(\text{CuO}) = 79,5 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{Cu(NO}_3\text{)}_2) = 187,5 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ г/моль}$ .

$x$  – мыс нитратының,  $y$  – мыстың бастапқы массасы (г) болсын. Сонда түзілген мыс оксидінің жалпы массасы:  $x \cdot 79,5/187,5 + y \cdot 79,5/63,5 = 0,424x + 1,252y$  болады.

Массаның азаюы келесіні құрайды:

$$[x + y - (0,424x + 1,252y)] / x + y = 0,4545; \quad x = 5,8y$$

CuO қышқылда ерігенде  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  түзілетін мыс сульфатының массасы (пропорция құрамыз):

$$(0,424x + 1,252y) \text{ г CuO} \text{ ————— } a \text{ г CuSO}_4$$

$$79,5 \text{ г CuO} \text{ ————— } 159,5 \text{ г CuSO}_4$$

Осыдан  $\text{CuSO}_4$  массасы =  $0,85x + 2,51y$

$$m_{\text{ерітінді}} \text{H}_2\text{SO}_4 = 1,14 \cdot 64,5 = 73,5 \text{ г.}$$

Салқындатқаннан кейінгі ( $0^\circ\text{C}$ -қа дейін) ерітіндінің массасы:  $73,5 + 0,424x + 1,252y - 25,1 = 48,4 + 0,424x + 1,252y$ .

Ерітіндіде қалатын мыс сульфаты массасы:

$$0,85x + 2,51y - 25,1 \cdot 159,5/249,5 = 0,85x + 2,51y - 16,04.$$

Сусыз тұздың массалық үлесі:

$$\omega = m(\text{зат}) / m(\text{ерітінді}) = 12,9/112,9 = 0,85x + 2,51y - 16,04 / (0,424x + 1,252y + 48,4); \text{ осыдан } 0,90x + 2,67y = 24,35.$$

Теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$\begin{cases} 0,90x + 2,67y = 24,35 \\ x = 5,8y \end{cases}$$

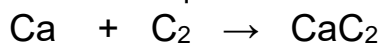
$$x = 3,07 \text{ г немесе } 14,7 \% \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2,$$

$$y = 17,83 \text{ г немесе } 85,3 \% \text{ Cu (жауабы)}$$

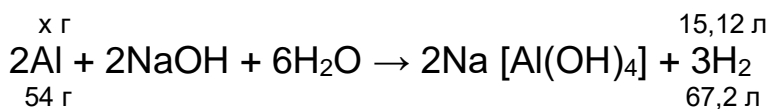
**1.2.10** Кальций мен алюминий қоспасының белгілі бір өлшендісі екі бірдей бөлікке бөлінді. Бір бөлігі инертті атмосферада графиттің артық мөлшерімен қосылып, қақталды. Содан кейін судың артық мөлшерімен өңделді, бұл кезде 10,92 л (қ.ж.) газ бөлінді. Бастапқы қоспаның екінші бөлігін натрий гидроксидінің судағы ерітіндісінде еріткенде 15,12 л (қ.ж.) газ бөлінді. Бастапқы қоспаның бастапқы массасын табу.

### Шығарылуы:

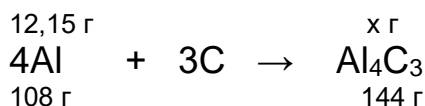
Кальций мен алюминийдің графитпен әрекеттесу теңдеулері:



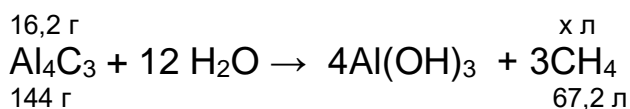
Натрий гидроксиді ерітіндісімен тек алюминий әрекеттеседі, сондықтан осы реакцияда бөлінен газ көлемі бойынша алюминий массасын табамыз:



$$x = 12,15 \text{ г (Al)}$$



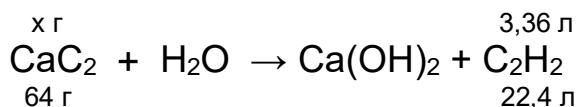
$$x = 16,2 \text{ г}$$



$$x = 7,56 \text{ л (CH}_4)$$

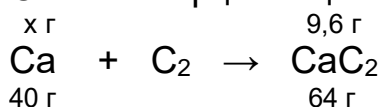
$$V_{\text{C}_2\text{H}_2} = 10,92 - 7,56 = 3,36 \text{ л}$$

Кальций карбидінің массасын оның сумен әрекеттесу теңдеуі бойынша табамыз:



$$x = 9,6 \text{ г}$$

Осы мән арқылы қоспадағы кальций массасын табамыз:

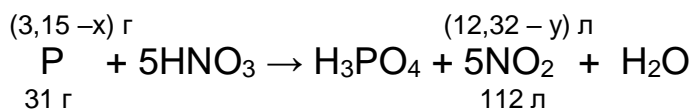
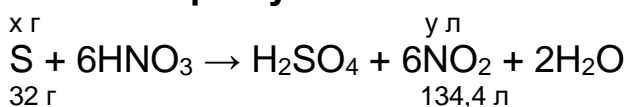


$$x = 6 \text{ г (Ca)}$$

$$m_{\text{қоспа}} = 2 \cdot (12,15 \text{ г (Al)} + 6 \text{ г (Ca)}) = 36,3 \text{ г (жауабы)}.$$

**1.2.11** Күкірт пен фосфордың 3,15 г қоспасы концентрлі азот қышқылының артық мөлшерімен өңделді. Осы кезде 12,32 л қоңыр түсті газ бөлінді (қ.ж.). Алынған газ 474,7 г 6,5 %-дық калий гидроксидінің ерітіндісі арқылы өткізілді. Алынған ерітіндіде қандай тұздар болады және олардың массалық үлестері қандай? Күкірт пен фосфордың қоспадағы массалық үлестерін табу.

### Шығарылуы:



$$y = \frac{134,4x}{32} = 4,2x$$

$$3,15 - x = \frac{31(12,32 - 4,2x)}{112}$$

$$3,15 - x = \frac{381,92 - 130,2x}{112}$$

$$352,8 - 112x = 381,92 - 130,2x$$

$$18,2x = 29,12; \quad x = 1,6 \text{ г.}$$

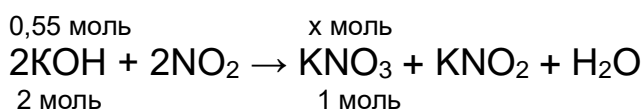
$$m(\text{S}) = 1,6 \text{ г}; \quad m(\text{P}) = 3,15 - 1,6 = 1,55 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{S}) = \frac{1,6}{3,15} = 0,5079 \text{ немесе } 50,79 \%$$

$$\omega(\text{P}) = \frac{1,55}{3,15} = 0,4921 \text{ немесе } 49,21 \% \text{ (жауабы)}$$

$$m(\text{KOH}) = 474,4 \cdot 0,065 = 30,85 \text{ г.}$$

$$v(\text{KOH}) = 0,55 \text{ моль.}$$



$$v(\text{NO}_2) = \frac{12,32 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,55 \text{ моль}; \quad m(\text{NO}_2) = 25,3 \text{ г.}$$

КОН және  $\text{NO}_2$  қалдықсыз әрекеттеседі:

$$v(\text{KNO}_3) = 0,275 \text{ моль}; \quad m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0,275 = 27,775 \text{ г.}$$

$$v(\text{KNO}_2) = 0,275 \text{ моль}; \quad m(\text{KNO}_2) = 85 \cdot 0,275 = 23,375 \text{ г.}$$

$$m_{\text{ерітінді соңғы}} = 474,7 + 25,3 = 500 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = \frac{27,775 \text{ г}}{500 \text{ г}} \cdot 100 \% = 5,555 \%$$

$$\omega(\text{KNO}_2) = \frac{23,375 \text{ г}}{500 \text{ г}} \cdot 100 \% = 4,675 \% \text{ (жауабы)}$$

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Алюминийдің темірдің аралас оксидімен реакциясынан кейін түзілген заттар қоспасы сілтінің артық мөлшерімен өңделді және 1,344 л (қ.ж.) газ алынды. Осы қоспаның дәл осындай мөлшерін тұз қышқылының артық мөлшерімен өңдегенде 5,376 л (қ.ж.) газ бөлінді. Алюминий мен аралас оксид қоспасындағы заттардың массалық үлестерін табу (жауабы: 27,95 % Al; 72,05 %  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

2) Темір (II) және мыс (II) нитраттарының қоспасын қыздырғанда аргоннан 10 % ауыр газдар қоспасы түзілді. Қыздырғаннан кейін қатты қоспа массасы неше есе азайды? (жауабы: 2,26 есе).

3) Эквивалентті металл мен оның карбонатының 8 г қоспасы тұз қышқылының артық мөлшерінде ерітілді. Бұл кезде 1720 мл (қ.ж.) газ бөлінді және оны ізбес суының артық мөлшері арқылы өткізгенде 5 г тұнба түзілді. Металды және оның қоспадағы массасын анықтау (жауабы: 1,75 г Zn).

4) Массасы 2,12 г күміс пен алюминий қоспасы КОН ерітіндісінің артық мөлшерімен өңделді. Қатты қалдық сүзіп алынды және сұйылтылған азот қышқылымен өңделді. Осы кезде алынған ерітінді буландырылды, құрғақ қалдық қақталды, одан кейінгі қалдық массасы 0,84 г болды. Бастапқы қоспадағы алюминийдің массалық үлесін анықтау (жауабы: 60,4 %).

5) Натрий карбонаты мен гидрокарбонаты қоспасын күкірт қышқылымен өңдегенде 5,68 г тұз және 1,12 л (қ.ж.) газ түзілді. Қоспадағы натрий карбонатының массалық үлесін табу (жауабы: 65,4 %).

6) Натрий гидрокарбонаты мен карбонатының қоспасын 600 °C-та тұрақты массаға дейін қыздырғанда бөлінетін газдың көлемі қалған қатты қалдыққа тұз қышқылымен әсер еткенде түзілетін газ көлемінің 80 %-ын құрайды. Бастапқы қоспадағы  $v(\text{NaHCO}_3)$  /  $v(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  қатынасын табу (жауабы: 1 : 0,125).



7) Қоспада эквивалентті металл оксиді мен гидроксидінің бірдей мөлшерлері (моль) бар. Қоспадағы металл элементінің массалық үлесі 49 %. Металды анықтау (жауабы: Mg).

8) Натрий гидрокарбонаты мен нитратының қоспасы қақталды және сутек бойынша тығыздығы 20-ға тең 20 л (қ.ж.) газдар қоспасы алынды. Бастапқы қоспадағы тұздардың массалық үлестерін табу (жауабы: 66,4 %  $\text{NaHCO}_3$ ; 33,6 %  $\text{NaNO}_3$ ).

9) Жалпы массасы 20,9 г мыс ( $\rho = 8,92 \text{ г/см}^3$ ) пен күміс ( $\rho = 10,5 \text{ г/см}^3$ ) құймасының көлемі  $2123 \text{ мм}^3$ . Құймадағы күмістің массалық үлесін табу (жауабы: 62,41 %).

### 1.3 «Пластинка» түсінігіне есептер

**1.3.1** Массасы 13,2 г мыс пластинкасы темір (III) нитратының массалық үлесі 0,112 болатын 300 г ерітіндіге батырылды. Белгілі бір уақыт ұсталғаннан кейін пластинка ерітіндіден алынды, бұл кезде темір (III) нитратының массалық үлесі түзілген мыс (II) тұзының массалық үлесіне тең болған. Ерітіндіден алынғаннан кейінгі мыс пластинкасының массасын табу.

#### Шығарылуы:

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 300 \cdot 0,112 = 33,6 \text{ г}$$

$$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 56 + 42 + 144 = 242 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \text{ г/моль}$$

Мыс темірді оның тұзынан ығыстырып шығара алмайды, сондықтан реакция мына сатыда аяқталады:



Бастапқы ерітіндідегі темір (III) нитратының мөлшері:

$$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{33,6 \text{ г}}{242 \text{ г/моль}} = 0,1388 \text{ моль}$$

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  және  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  массалық үлестері, басқаша айтқанда массалары бірдей болу моментінде  $x$  моль  $\text{Cu}$  әрекеттескен болсын.

Сонда реакция теңдеуі бойынша  $2x$  моль  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  реакцияға түседі және  $x$  моль  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  түзіледі.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  және  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  массалары теңдігі шартынан шығады:

$$(0,1388 - 2x) \cdot 242 = 188x; \text{ Осыдан: } 33,5896 - 484x = 188x$$

$$33,5896 = 484x + 188x$$

$$x = 0,05 \text{ моль.}$$

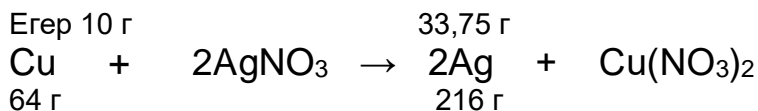
$$\text{Еріген мыс массасы: } 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ г.}$$

$$\text{Пластинка массасы: } 13,2 - 3,2 = \mathbf{10 \text{ г}} \text{ (жауабы)}$$

**1.3.2** Массасы 70,4 г мыс сыбығын  $\text{AgNO}_3$  ерітіндісінде ұстағаннан кейін оның массасы 85,6 г болды. Содан кейін сыбық күміс нитраты ерітіндісінен алынып, ол толығымен 400 мл 64 %-дық азот қышқылы ерітіндісінде ( $\rho = 1,4$  г/мл) ерітілді. Сыбықты еріткеннен кейін қышқылдың ерітіндідегі массалық үлесі қандай болды?

**Шығарылуы:**

Сыбық массасының айырмасы:  $85,6 - 70,4 = 15,2$  г

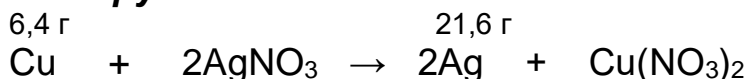


Егер, мысалы, 10 г Cu ерісе, айырма 23,75 г болады  
 $x$  г ————— 15,2 г

$x = 6,4$  г.

Сонымен 6,4 г Cu ереді, 21,6 г Ag түзілді.

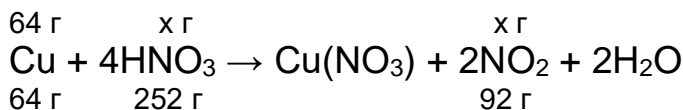
**Тексеру:**



$21,6 - 6,4 = 15,2$  г.

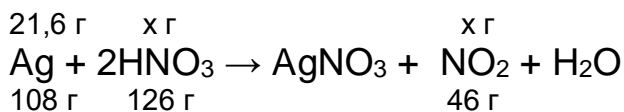
$$\left. \begin{array}{l} m(\text{Cu}) = 70,4 - 6,4 = 64 \text{ г} \\ m(\text{Ag}) = 21,6 \text{ г} \end{array} \right\} 85,6 \text{ г}$$

Сыбықтың еруі кезінде жүретін реакциялар:



$x = 252$  г  $\text{HNO}_3$

$x = 92$  г  $\text{NO}_2$



$x = 25,2$  г  $\text{HNO}_3$

$x = 9,2$  г  $\text{NO}_2$

$m(\text{HNO}_3) = 252 + 25,2 = 277,2$  г (реакцияларға түскен)

$m_{\text{ерітінді}} \text{HNO}_3 \text{ бастапқы} = 400 \cdot 1,4 = 560$  г.

$m(\text{HNO}_3 \text{ бастапқы}) = 560 \cdot 0,64 = 358,4$  г.

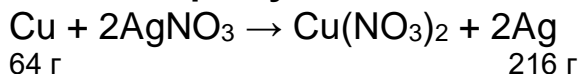
$m_{\text{ерітінді соңғы}} = (560 + 64 + 21,6) - (92 + 9,2) = 645,6 - 101,2 = 544,4$  г

$m(\text{HNO}_3 \text{ қалған}) = 358,4 - 277,2 = 81,2$  г.

$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{81,2 \cdot 100\%}{544,4} = 14,91\%$  (жауабы).

**1.3.3** Массасы 140,8 г мыс сыбығы күміс нитраты ерітіндісінде ұсталды, нәтижесінде оның массасы 171,2 г болды. Осы реакциядан кейін қалған, яғни өңделген мыс сыбығын еріту үшін 32 %-дық азот қышқылы ерітіндісінің ( $\rho = 1,2$  г/мл) қандай көлемі қажет?

**Шығарылуы:**



64 г

216 г

$x$  моль Cu реакцияға түседі деп алайық, сонда  $2x$  (моль) түзілетін Ag мөлшері болады.

$$M(\text{Cu}) = 64x; \quad m(\text{Ag}) = 108 \cdot 2x = 216x;$$

$$140,8 - 64x + 216x = 171,2$$

$$140,8 + 152x = 171,2; \quad 152x = 30,4; \quad x = 0,2 \text{ моль (Cu).}$$

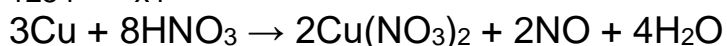
$$M(\text{Cu}) = 12,8 \text{ г (еріген мыс массасы).}$$

$$\text{Қалды: } m(\text{Cu}) = 140,8 - 12,8 = 128 \text{ г}$$

$$\text{Түзілді: } m(\text{Ag}) = 216x = 43,2 \text{ г}$$

Мыс сыбығына қонған күміс те азот қышқылымен әрекеттеседі:

$$128 \text{ г} \quad x \text{ г}$$



$$192 \text{ г} \quad 504 \text{ г}$$

$$x = 336 \text{ г.}$$

$$0,32 = \frac{336}{m_{\text{ерітінді}}}; \quad m_{\text{ерітінді}} = 1050 \text{ г;}$$

$$43,2 \text{ г} \quad x \text{ г}$$



$$324 \text{ г} \quad 252 \text{ г}$$

$x = 33,6$  г (күмісті еріту үшін қажет азот қышқылы)

$$0,32 = \frac{33,6}{m_{\text{ерітінді}}}; \quad m_{\text{ерітінді}} = 105 \text{ г;}$$

Екі металды еріту кеткен жалпы азот қышқылы ерітіндісінің массасы:

$$1050 + 105 = 1155 \text{ г}$$

$$V_{\text{ерітінді}} = \frac{1155 \text{ г}}{1,2 \text{ г/мл}} = 962,5 \text{ мл (жауабы).}$$

**Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер**

1) Массасы 17 г мыс пластинасы 200 г 25 %-дық күміс нитраты ерітіндісі бар стаканға салынды. Пластинаны ерітіндіден алғанда күміс нитратының массасы 30 %-ға азайды. Пластина массасы қандай болды? Қалған ерітіндідегі күміс нитратының массалық үлесі қанша? (жауабы: 23,7 г; 18,2 %).

2) Массасы 50 г қорғасын пластинасы 420 г мыс (II) нитраты ерітіндісіне батырылды. Пластинканы ерітіндіден алған моментте мыс (II) нитратының ерітіндідегі массалық үлесі 0,77 %-ға тең болды. Ерітіндіден

алғаннан кейінгі пластинка массасы неше пайызға азайды? (жауабы: 4,14 %).

3) Массасы 16 г мыс (II) оксиді ұнтағы 1М (яғни мольдік концентрациясы 1 моль/л) 200 мл азот қышқылы ерітіндісімен өңделді. Ерімеген тұнба ерітіндіден бөлініп алынды. Ерітіндіге массасы 24,8 г кадмий пластинкасы батырылды. Реакция толық аяқталғаннан кейінгі пластинка массасын анықтау (жауабы: 20 г).

4) Мыс (II) нитратының судағы ерітіндісінде ұстағаннан кейін темір сыбықтың массасы 1,6 грамға артты және 23,2 г болды. Реакциядан кейінгі сыбықтың құрамын массасы бойынша табу (жауабы: 12,8 г Cu; 10,4 г Fe).

5) Қосылыстарындағы тотығу дәрежесі +2 болатын белгісіз металл пластинкасы 500 г 15,2 %-дық  $\text{FeSO}_4$  ерітіндісіне батырылды. Белгілі бір уақыттан кейін темір сульфатының массалық үлесі 6,11 %-ға, ал пластинканың массасы 1,8 грамға азайды. Пластинка металын анықтау (жауабы: Zn).

6) Калий және натрий хлоридтерінің 2,1 г қоспасынан дайындалған ерітіндіге 8,5 г күміс нитраты қосылды, содан кейін мыс пластинкасы батырылды. Ерітіндіге 0,01 моль мыс өтті. Бастапқы қоспадағы калий хлоридінің массалық үлесін және пластинка массасының өзгеруін табу (жауабы: 76,5 % KCl; 1,52 грамға артты).

## 1.4 «Олеум» түсінігіне есептер

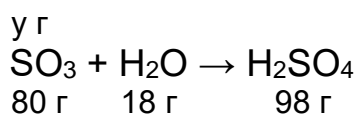
1.4.1 Массасы 900 г 83,3 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісін дайындау үшін қажетті күкірт ангидридін мен 49 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісінің массаларын есептеу.

### Шығарылуы:

Дайындалатын ерітіндіде қанша грамм күкірт қышқылы болатынын табамыз:

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 900 \text{ г} \cdot 0,833 = 749,7 \text{ г}$ , ал ондағы судың массасы 150,3 г.

Осы ерітіндіні дайындауға қажетті 49 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісінің массасын  $x$  (г) деп, ал  $\text{SO}_3$  массасын  $y$  (г) деп белгілейік. Күкірт ангидридін мен 49 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісін қосқанда  $\text{SO}_3$  ерітіндідегі сумен әрекеттесіп, күкірт қышқылының массалық үлесін арттырады:



Реакция теңдеуі бойынша  $y$  (г)  $\text{SO}_3$ -тен  $\frac{98y}{80}$  (г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  түзіледі, ал онымен әрекеттесуге  $\frac{18y}{80}$  (г)  $\text{H}_2\text{O}$  жұмсалады.

Бастапқы 49 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісіндегі күкірт қышқылының массасы  $0,49x$ , ал судың массасы  $0,51x$  болады. Күкірт қышқылының  $0,49x$  болатын массасына  $\frac{98y}{80}$  (г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қосылады, ал судың  $0,51x$  болған массасынан  $\frac{18y}{80}$  (г)  $\text{H}_2\text{O}$  азаяды. Теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$0,49x + \frac{98y}{80} = 749,7$$

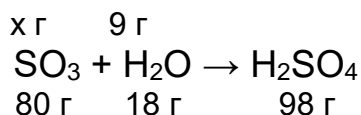
$$0,51x - \frac{18y}{80} = 150,3$$

Осы теңдеулер жүйесін шешу  $x = 480$  г (49 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісінің массасы),  $y = 420$  г ( $\text{SO}_3$  массасы) екенін көрсетеді (жауабы).

**1.4.2** Массасы 100 г 91 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісінде күкірт (VI) оксидін еріту арқылы 30 %-дық олеум алу керек. Қанша грамм  $\text{SO}_3$  ерітілуі қажет?

**Шығарылуы:**

Олеум дегеніміз – 100 %-дық күкірт қышқылындағы  $\text{SO}_3$  ерітіндісі. Бастапқы 91 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісінде 9 г су бар, осы суды толығымен күкірт қышқылына айналдыру қажет, ол үшін реакция теңдеуі бойынша 40 г  $\text{SO}_3$  қажет:



Сонда түзілетін 100 %-дық күкірт қышқылының массасы  $100 + 40 = 140$  г болады. Енді осы 100 %-дық күкірт қышқылында тағы да  $\text{SO}_3$  еріту арқылы 30 %-дық олеум алу керек. 100 г олеум дегеніміз – бұл 70 г күкірт қышқылы және 30 г  $\text{SO}_3$ . Пропорция құрамыз:

$$\left[ \begin{array}{l} 70 \text{ г күкірт қышқылында} - 30 \text{ г } \text{SO}_3 \text{ ериді} \\ 140 \text{ г күкірт қышқылында} - x \text{ г } \text{SO}_3 \end{array} \right.$$

Осыдан  $x = 60$  г. Сонымен, барлығы  $40 \text{ г} + 60 \text{ г} = 100 \text{ г } \text{SO}_3$  ериді (жауабы).

**1.4.3** Күкірт қышқылының 80 %-дық ерітіндісін алу үшін 300 г 25 %-дық олеумді судың қандай массасында еріту қажет?

**Шығарылуы:**

Олеумнің 100 грамында 25 г  $\text{SO}_3$ , ал 300 грамында 75 г  $\text{SO}_3$  бар. Реакция теңдеуі бойынша ( $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ) 75 г күкірт (VI) оксидін еріту үшін 16,875 г су қажет. Сонда түзілетін 100 %-дық күкірт қышқылының массасы  $300 + 16,875 = 316,875$  г болады. Енді осы 100 %-

дық күкірт қышқылынан 80 %-дық ерітіндісін алу үшін тағы да сумен сұйылту керек. Ол үшін 80 %-дық ерітіндінің массасын табамыз:

$$m(\text{ерітінді}) = m(\text{еріген зат}) \cdot \omega = 316,875 / 0,8 = 396,09 \text{ г};$$

$$m(\text{су}) = 396,09 - 316,875 = 79,2 \text{ г}$$

Сонымен, барлығы  $16,875 + 79,2 = 96,075 \text{ г}$  су қажет (**жауабы**).

**1.4.4** Құрамындағы күкірттің массалық үлесі 34,96 % болатын 100 г олеум алу үшін күкірт қышқылының 98 %-дық ерітіндісінде күкірт (VI) оксидінің қандай массасын еріту керек? Осы олеумдегі күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі қандай?

**Шығарылуы:**

Алдымен құрамындағы күкірттің массалық үлесі 34,96 % болу үшін 100 г олеумде қанша (г) таза 100 %-дық  $\text{H}_2\text{SO}_4$  және қанша (г)  $\text{SO}_3$  болу керек екенін табамыз.

$x$  (г) – олеумдегі  $\text{SO}_3$  массасы,  $y$  (г) – олеумдегі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массасы болсын, сонда  $x + y = 100 \text{ г}$  болу керек. Пропорция құру арқылы заттардың осындай массаларында болатын күкірт элементінің массасын есептейміз:  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{SO}_3) = 80 \text{ г/моль}$ .

98 г күкірт қышқылында – 32 г S бар

$y$  г күкірт қышқылында –  $a$  г S бар, осыдан  $a = \frac{32y}{98} = 0,3265y$ ;

80 г күкірт (VI) оксидінде – 32 г S бар

$x$  г күкірт (VI) оксидінде –  $b$  г S бар, осыдан  $b = \frac{32x}{80} = 0,4x$

Массасы 100 г олеумде  $(0,4x + 0,3265y)$  г күкірт болады. Пропорция:

$$\begin{cases} 100 \text{ г олеум} - 100 \% \\ (0,4x + 0,3265y) \text{ г S} - 34,96 \% \end{cases}$$

$$0,4x + 0,3265y = 34,96; \quad 0,4x = 34,96 - 0,3265y$$

$$x = \frac{34,96 - 0,3265y}{0,4}; \quad x + y = 100, \text{ яғни } \frac{34,96 - 0,3265y}{0,4} + y = 100$$

$$34,96 - 0,3265y + 0,4y = 40$$

$$0,0735y = 5,04$$

$$y = 68,57 \text{ (г)}; \quad x = 100 - 68,57 = 31,43 \text{ (г)}$$

Сонымен, 100 г олеум =  $m(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 100 \% -дық}) + m(\text{SO}_3) = 68,57 \text{ г} + 31,43 \text{ г}$ .

Енді 98 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісін таза 100 %-дық күкірт қышқылына айналдыру керек. Ол үшін мынадай сұрақтарды шешуіміз керек: 68,57 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  алу үшін күкірт қышқылының 98 %-дық ерітіндісінен қанша грамм қажет болады? Ол ерітіндіде қанша (г) су болады және суды күкірт қышқылына айналдыру үшін қанша (г)  $\text{SO}_3$  еріту қажет?

Есепті шығарудың екінші бөлімінде  $x$  (г) – бұл 98 %-дық ерітіндідегі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массасы болсын. Пропорция:

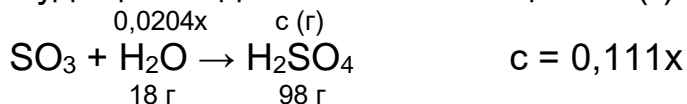
$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ г ерітіндіде} - 98 \text{ г H}_2\text{SO}_4 \\ a \text{ г ерітіндіде} - x \text{ г H}_2\text{SO}_4 \end{array} \right\} a = \frac{100x}{98} = 1,02x,$$

яғни  $1,02x$  – құрамында  $x$  (г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  болатын 98%-дық ерітіндінің массасы.

Осы ерітіндіде қанша (г) су болады? Пропорция:

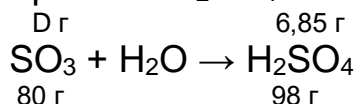
$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ г ерітіндіде} - 2 \text{ г H}_2\text{O} \\ 1,02x \text{ (г) ерітіндіде} - b \text{ г H}_2\text{O} \end{array} \right\} b = 0,0204x$$

Судың осындай массасынан қанша (г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  түзіледі:



Массасы  $1,02x$  (г) 98%-дық  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ерітіндісі массасы 68,57 г болатын таза (100 %-дық) күкірт қышқылына айналуы керек, яғни  $x + 0,111x = 68,57$ , осыдан  $x = 61,72$  г

$0,111x = 68,57 - 61,72 = 6,85$  г (бұл 98 %-дық ерітіндіде болатын судан түзілетін  $\text{H}_2\text{SO}_4$  массасы). Бұл үшін қанша (г)  $\text{SO}_3$  қажет?



$$d = 5,59 \text{ г}$$

Сонымен, 5,59 г  $\text{SO}_3$  98 %-дық ерітіндіні 100 %-дық ерітіндіге айналдыру үшін қажет, сонымен қатар олеум түзілу үшін тағы 31,43 г  $\text{SO}_3$  қажет:

$$m(\text{SO}_3)_{\text{барлығы}} = 5,59 + 31,43 = 37 \text{ г (жауабы)}$$

$$\omega(\text{SO}_3)_{\text{олеумдегі}} = 31,43 \% \text{ (100г олеумде 31,43 г SO}_3 \text{ бар) (жауабы).}$$

**1.4.5** Параметрлері 15 м х 3,5 м х 6 м болатын абсолютті герметикалық бөлмеде олеумі бар ыдыс ашылды, олеум құрамындағы күкірт қышқылының массалық үлесі – 90 %. Белгілі бір уақыттан кейін күкірт қышқылының массалық үлесі өзгеруін тоқтатты және тағы да 90 % болды. Егер осы жағдайда қаныққан су буының мөлшері  $17,3 \text{ г/м}^3$ , ал ауаның салыстырмалы ылғалдығы 83 % болса, олеумнің бастапқы массасы қандай болғаны?

**Шығарылуы:** Олеум дегеніміз (жоғарыда айтылғандай) – 100 %-дық таза күкірт қышқылы мен күкірт (VI) оксидінің қоспасы.

$$V_{\text{бөлме}} = 15 \times 3,5 \times 6 = 315 \text{ м}^3$$

$$m \text{ (бөлмедегі су буы)} = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 \cdot 0,83 \cdot 315 \text{ м}^3 = 4523 \text{ г}$$

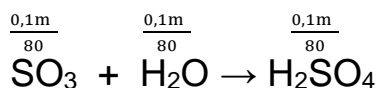
$$m_{\text{олеум}} = m$$

$$m(\text{SO}_3) = 0,1m$$

$$m_{\text{бастапқы}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9m - \text{күкірт қышқылының бастапқы массасы.}$$

$$\nu(\text{SO}_3) = \frac{0,1m}{80};$$

Олеум құрамындағы  $\text{SO}_3$  ауадан су буын сіңіреді:



$$m(\text{реакцияға түскен } \text{H}_2\text{O}) = \frac{0,1m}{80} \cdot 18 = \frac{1,8m}{80};$$

$$m_{\text{түзілген}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,1m}{80} \cdot 98 = \frac{9,8m}{80}$$

Соңғы ерітіндіде күкірт қышқылы мен су болады және бұл ерітіндідегі күкірт қышқылының массалық үлесі – 90 %. Осы ерітіндідегі күкірт қышқылының массасы, ерітіндінің массасы, судың массасы сәйкесінше келесідей:

$$m_{\text{соңғы}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{бастапқы}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_{\text{түзілген}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9m + \frac{9,8m}{80} = \frac{72m + 9,8m}{80} = \frac{81,8m}{80}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ерітіндісі соңғы}} = \frac{81,8m}{80} : 0,9 = \frac{81,8m}{80 \cdot 0,9} = \frac{818m}{9 \cdot 80}$$

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{соңғы H}_2\text{SO}_4 \text{ ерітіндісіндегі}} = 0,1 \cdot \frac{818m}{9 \cdot 80} = \frac{81,8m}{9 \cdot 80}$$

Олеум сіңірген су массасы =  $m$  (су буы)

$$m_{\text{реакцияға түскен}}(\text{H}_2\text{O}) + m_{\text{соңғы}}(\text{H}_2\text{O}) = 4523; \quad \frac{1,8m}{80} + \frac{81,8m}{9 \cdot 80} = 4523$$

$$9 \cdot 1,8m + 81,8m = 4523 \cdot 720$$

$$16,2m + 81,8m = 3256560; \quad 98m = 3256560; \quad m = 33230 \text{ г} = 33,23 \text{ кг}$$

Жауабы: 33,23 кг.

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Күкірт қышқылының массалық үлесі 80 % болатын ерітінді алу үшін күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 20 % болатын 120 г олеумге судың қандай массасын қосу керек? (жауабы: 36,75 г).

2) Күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 40 % болатын 200 г олеум алу үшін күкірт (VI) оксиді мен  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 82\%$  болатын ерітіндінің қандай массалары жұмсалады? (жауабы: 133,2 г  $\text{SO}_3$ ; 66,8 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ер.).

3) Күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 7 % болатын 8,8 г олеумге 60 г  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 30\%$  болатын ерітінді қосылды. Алынған ерітіндідегі  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)$  қандай болады? (жауабы: 39 %).

4) Күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 7 % болатын 29 г олеумге калий гидроксидінің мольдік концентрациясы 0,1 моль/л болатын ерітінді олеум толық бейтараптанғанша қосылды. Қосылған сілті ерітіндісінің көлемі қандай? (жауабы: 6,01 л).



5) Күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 10 % болатын 30 г олеум күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 5 % болатын 20 г олеуммен араластырылды. Алынған ерітіндідегі  $\omega(\text{SO}_3)$  қандай болады? (жауабы: 8 %).

6) Таза 100 %-дық күкірт қышқылын алу үшін  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 78\%$  болатын ерітінді мен  $\omega(\text{SO}_3) = 10\%$  болатын олеумді қандай массалық қатынаста алу керек? (жауабы: 1 : 9,78 сәйкесінше).

7) Күкірт қышқылының массалық үлесі 90 % болатын 480 г дайындау үшін  $\omega(\text{SO}_3) = 10\%$  болатын олеум мен  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 60\%$  болатын ерітіндінің қандай массаларын алу керек? (жауабы: 340,8 г олеум, 139,2 г қышқыл ер.).

8) Күкірттің олеумдегі массалық үлесі 0,350. Осы олеумнің 1,52 грамымен 26 %-дық  $\text{BaCl}_2$  ерітіндісінің ( $\rho = 1,28$  г/мл) қандай көлемі әрекеттесе алады? (жауабы: 10,4 мл).

9) Күкірт элементінің олеумдегі массалық үлесі 34,1 %. Массасы 150 г осындай олеумге 100 г су қосылды. Алынған ерітіндідегі заттың массалық үлесін есептеу (жауабы: 62,6 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

10) Көлемі 350 мл 0,25M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ерітіндісіне күкірт (VI) оксидінің массалық үлесі 5 % болатын олеум қосылды. Осыдан кейін фосфор қышқылының қышқыл тұздарының массалық үлестері өзара теңесті. Қосылған олеум массасын табу (жауабы: 2,3 г).

## 1.5 Ерітінділер және олардың концентрациясы

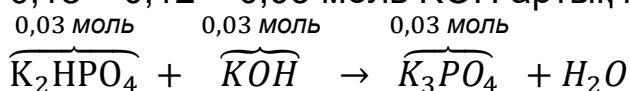
1.5.1 Құрамында 5,88 г  $\text{H}_3\text{PO}_4$  және 8,4 г КОН бар ерітінділер араластырылды. Алынған тұздардың құрамы мен мөлшерін (моль) табу.

**Шығарылуы:**

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{5,88}{98} = 0,06 \text{ моль}; \quad n(\text{KOH}) = \frac{8,4}{56} = 0,15 \text{ моль}$$

$\overbrace{2 \text{ KOH}}^{0,12 \text{ моль}} + \overbrace{\text{H}_3\text{PO}_4}^{0,06 \text{ моль}} \rightarrow \overbrace{\text{K}_2\text{HPO}_4}^{0,06 \text{ моль}} + 2\text{H}_2\text{O};$   $\text{K}_2\text{HPO}_4$  тұзының 0,06 молінің 0,03 молі калий гидроксидінің артық мөлшерімен әрекеттеседі.

0,15 – 0,12 = 0,03 моль КОН артық мөлшерде.



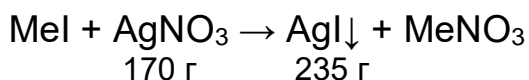
**Жауабы:**  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 0,03 моль  
 $\text{K}_3\text{PO}_4$  - 0,03 моль

1.5.2 Бірвалентті металл иодиді ерітіндісіне күміс нитраты ерітіндісі тұнбаның бөлінуі тоқтағанша құйылды. Нәтижесінде түзілген ерітіндінің

массасы бастапқы иодид ерітіндісінің массасына тең болып шықты. Бастапқы ерітіндідегі күміс нитратының массалық үлесін есептеу.

**Шығарылуы:**

Реакция теңдеуі:



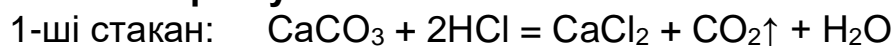
Қосылған  $\text{AgNO}_3$  ерітіндісінің массасы түзілген тұнбаның массасына тең болуы керек, сонда  $\text{MeI}$  ерітіндісінің массасы  $\text{MeNO}_3$  ерітіндісінің массасына тең болады. Мысалы, реакция теңдеуіне сәйкес заттар 1 мольден болса, онда 170 г  $\text{AgNO}_3$  235 г ерітіндіде болуы керек, сонда:

$m$  (ерітінді  $\text{AgNO}_3$ ) =  $m$  (тұнба  $\text{AgI}$ ), яғни 235 г ерітінді = 235 г тұнба.

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{170 \text{ г}}{235 \text{ г}} \cdot 100 \% = 72,3 \% \text{ (жауабы).}$$

**1.5.3** Біреуіне 6,00 г кальций карбонаты, ал екіншісіне 6,00 г пирит ( $\text{FeS}_2$ ) салынған екі стакан таразыда теңестірілген. Содан кейін кальций карбонатына 50 г 10 %-дық тұз қышқылы құйылған. Стақандардағы реакциялар аяқталғаннан кейін таразы қайтадан теңесу үшін екінші стаканға массасы қандай 45 %-дық азот қышқылы ерітіндісін қосу қажет?

**Шығарылуы:**



**1-ші стакан:**

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{6 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,06 \text{ моль.}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{50 \cdot 0,1 \text{ г}}{36,5} = 0,137 \text{ моль.}$$

$$\frac{\nu(\text{CaCO}_3)}{1} = 0,06 \text{ моль} < \frac{\nu(\text{HCl})}{2} = 0,0685 \text{ моль.}$$

$\text{HCl}$  артық алынған, сондықтан өнімдердің массаларын  $\text{CaCO}_3$  бойынша есептейміз.

Бірінші стакандағы ерітіндінің реакциядан кейінгі массасы:  $m_1 = 6 + 50 - (0,06 \cdot 44) = 53,36 \text{ г}$  ( $0,06$  моль – бұл түзілген  $\text{CO}_2$  мөлшері).

**2-ші стакан:**

Егер екінші стақанға қосылған азот қышқылының зат мөлшерін  $x$  моль деп белгілесек, онда қосылған азот қышқылының массасы:  $m(\text{HNO}_3) = \frac{63x}{0,45}$  г. Демек, екінші стақанның массасы:

$$m_2 = \left( 6 + \frac{63x}{0,45} - \frac{5x}{30} \right) \text{ г, мұндағы } 30 - \text{NO газының мольдік массасы.}$$

Таразы теңдегі үшін  $m_1 = m_2$  болуы керек:

$$53,36 = 6 + \frac{63x}{0,45} - \frac{5x}{30}; \text{ Осыдан: } x = 0,391 \text{ моль.}$$

$$M(\text{HNO}_3) = \frac{63x}{0,45} = \frac{63 \cdot 0,391}{0,45} = 54,7 \text{ г.}$$

**1.5.4** Азот қышқылының 30 %-дық ерітіндісін 20 %-дық NaOH ерітіндісімен салқындата отырып, сақтықпен бейтараптау нәтижесінде алынған ерітіндідегі тұздың массалық үлесін есептеу.

**Шығарылуы:**

$m(\text{NaOH}) = 0,2m_1$ , мұндағы  $m_1$  – NaOH ерітіндісінің массасы

$m(\text{HNO}_3) = 0,3m_2$ , мұндағы  $m_2$  – HNO<sub>3</sub> ерітіндісінің массасы

$\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  теңдеуіне сәйкес әрекеттесуші екі заттың моль сандары тең болу керек, сондықтан:

$$\frac{0,2m_1}{40} = \frac{0,3m_2}{63}, \text{ осыдан } 1,05m_1 = m_2$$

Түзілетін ерітіндінің массасы:

$$m_1 + m_2 = m_1 + 1,05 m_1 = 2,05 m_1$$

$$\text{NaNO}_3 \text{ массасы: } \left(\frac{0,2m_1}{40}\right) \cdot 85 = 0,425 m_1$$

$$\text{Сонда } \omega(\text{NaNO}_3) = \frac{0,425m_1}{2,05m_1} \cdot 100 \% = 20,73 \%$$

**Шығарудың 2-ші тәсілі:**

1 моль O<sub>3</sub> (63 г) пен 1 моль NaOH (40 г) әрекеттеседі деп алуға да болады, сонда бір-біріне қосылатын ерітінділер массалары келесідей:

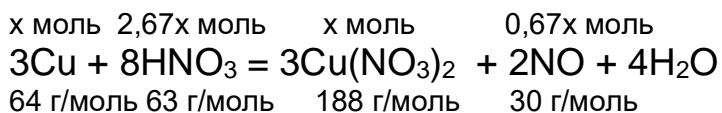
$$0,3 = \frac{63}{m_{p-pa}}; \quad m_{\text{ерітінді}(\text{HNO}_3)} = 210 \text{ г.}$$

$$0,2 = \frac{40}{m_{p-pa}}; \quad m_{\text{ерітінді}(\text{NaOH})} = 200 \text{ г.}$$

$$m_{\text{ерітінді жалпы}} = 410 \text{ г}; \quad \omega(\text{NaNO}_3) = \frac{85 \cdot 100 \%}{410} = 20,73 \%$$

**1.5.5** Азот қышқылының 55 %-дық ерітіндісінде мысты еріткенде қышқылдың массалық үлесі 47 %-ға дейін кеміген. Содан кейін алынған ерітіндіде күмісті еріткенде қышқылдың массалық үлесі 41 %-ға дейін кеміген. Алынған ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін анықтау.

**Шығарылуы:** Массасы 100 г 55 %-дық азот қышқылында  $x$  моль мыс еріген деп алсақ, онда реакция теңдеуі бойынша онымен әрекеттескен HNO<sub>3</sub> пен түзілген өнімдердің зат мөлшерлері төмендегідей болады:



Реакция аяқталғаннан кейінгі ерітіндінің массасы (г):

$$m(\text{ер.}) = 100 + 64x - 0,67x = 100 + 43,9x; \quad \text{Ондағы HNO}_3 \text{ массасы (г):}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 55 - 0,67x \cdot 63 = 55 - 168,21x;$$

Ерітіндідегі азот қышқылының массалық үлесі:

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{ер.})} = \frac{55 - 168,21x}{100 + 43,9x} = 0,47. \quad \text{Осыдан: } x = 0,042 \text{ моль.}$$

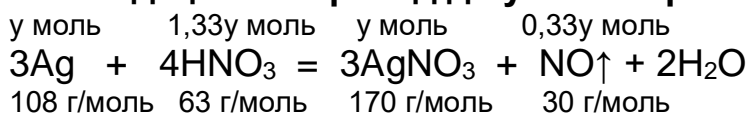
Енді табылған  $x$  мәні бойынша ерітіндінің массасын, түзілген мыс нитратының массасын және қалған  $\text{HNO}_3$  массасын есептей аламыз:

$$m(\text{ер.}) = 100 + 43,9x = 100 + 43,9 \cdot 0,042 = 101,84 \text{ г.}$$

$$m((\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,042 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 7,9 \text{ г.}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 55 - 168,21 \cdot 0,042 = 47,94 \text{ г.};$$

**Енді қалған ерітіндіде  $y$  моль күмістің ерітілуін қарастырайық:**



Реакция аяқталғаннан кейінгі ерітіндінің массасы (г):

$$m(\text{ер.}) = 101,84 + 108y - 0,33y = 101,84 + 98,1y; \text{ Ондағы } \text{HNO}_3 \text{ массасы (г):}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 47,94 - 1,33y \cdot 63 = 47,94 - 83,79y;$$

Ерітіндідегі азот қышқылының массалық үлесі:

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{ер.})} = \frac{47,94 - 83,79y}{101,84 + 98,1y} = 0,41. \text{ Осыдан: } x = 0,05 \text{ моль.}$$

Енді табылған  $y$  мәні бойынша қалған ерітіндінің массасы мен түзілген күміс нитратының массасын есептей аламыз:

$$m(\text{ер.}) = 101,84 + 98,1 \cdot 0,05 = 106,75 \text{ г.};$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 8,5 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{ер.})} = \frac{8,5 \text{ г}}{106,75 \text{ г}} = 0,080 \text{ немесе } 8,0 \%.$$

$$\omega((\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)}{m(\text{ер.})} = \frac{7,9 \text{ г}}{106,75 \text{ г}} = 0,074 \text{ немесе } 7,4 \%.$$

**1.5.6**  $\text{NaOH}$  пен  $\text{H}_2\text{SO}_4$  сулы ерітінділерін араластыру арқылы құрамында 79,733 % оттегі және 9,017 % сутек бар 100 г ерітінді алынды. Түзілген ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін (%) анықтау.

**Шығарылуы:**

$x$  – моль  $\text{NaOH}$ ;  $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$

$y$  – моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$

$z$  - моль  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$

Реакция нәтижесінде  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  ерітіндіден ешқандай заттар кетпейді, сондықтан бастапқы ерітінділердің массаларының қосындысы соңғы алынған ерітінді массасына, яғни 100 грамға тең. Теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$\begin{cases} 40x + 98y + 18z = 100 \\ 1x + 2y + 2z = 9,017; & x = 9,017 - 2y - 2z \\ 16x + 64y + 16z = 79,733 \end{cases}$$

Теңдеулер жүйесінің шешілуі:

$$16(9,017 - 2y - 2z) + 64y + 16z = 79,733$$

$$144,272 - 32y - 32z + 64y + 16z = 79,733$$

$$64,539 = 16z - 32y; \quad 16z = 64,539 + 32y.$$

$$z = \frac{64,539 + 32y}{16}$$

$$x = 9,017 - 2y - 2\left(\frac{64,539 + 32y}{16}\right)$$

$$x = 9,017 - 2y - 0,125(64,539 + 32y)$$

$$x = 9,017 - 2y - 8,067 - 4y$$

$$x = 0,95 - 6y$$

$$40(0,95 - 6y) + 98y + 18 \cdot \frac{64,539 + 32y}{16} = 100$$

$$38 - 240y + 98y + 1,125(64,539 + 32y) = 100$$

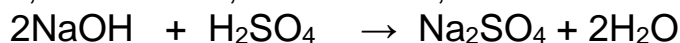
$$38 - 240y + 98y + 72,6 + 36y = 100$$

$$106y = 10,6; \quad y = 0,1 \text{ моль } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$z = \frac{64,539 + 32 \cdot 0,1}{16} = 4,23 \text{ моль } \text{H}_2\text{O}$$

$$x = 0,95 - 6 \cdot 0,1 = 0,35 \text{ моль } \text{NaOH}$$

$$0,35 \text{ моль} \quad 0,1 \text{ моль} \quad 0,1 \text{ моль}$$



Мөлшері 0,2 моль NaOH реакцияға түседі де, 0,15 моль NaOH артық қалады. Сонымен, реакция нәтижесінде 0,1 моль Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> түзіледі, яғни соңғы ерітіндіде 0,1 моль Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> және 0,15 моль NaOH болады.

Ерітінді массасы – 100 г.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \cdot 0,1 = 14,2 \text{ г.}$$

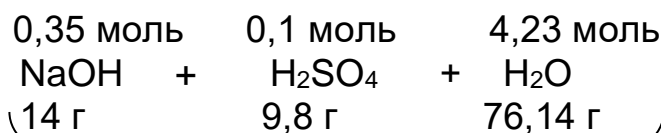
$$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,15 = 6 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{14,2 \cdot 100\%}{100 \text{ г}} = 14,2 \%$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{6 \cdot 100\%}{100 \text{ г}} = 6 \%$$

жауабы

Тексеру:



100 г

Реакция нәтижесінде ерітінді массасы өзгермейді, газ не тұнба түзілмейді, атомдар қайта топтасады, бірақ бастапқы массалар қалады. Оттек, сутек элементтерінің массасын есептеп, тексеруге болады....

**1.5.7** Массасы 1,00 г пергидроль калий дихроматы ерітіндісімен күкірт қышқылы қатысында әрекеттескенде 223,7 мл (27°C және 752 мм сын. бағ.) газ тәрізді зат бөлінген. Пергидроль құрамындағы сутек пероксидінің массалық үлесін анықтау.

**Шығарылуы:** Пергидроль деп сутек пероксидінің судағы ерітіндісін айтады. Реакция теңдеуі:



$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ г/моль.}$$

Газдың мөлшерін табу үшін өлшем бірліктерін ескере отырып, Клапейрон-Менделеев теңдеуін қолданамыз:

$$v(O_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{752 \cdot 223,7 \cdot 10^{-3}}{62,4 \cdot 300} = 8,986 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

Осыған сәйкес  $v(H_2O_2) = 8,986 \cdot 0,001$  моль

Реакцияға түскен сутек пероксидінің массасы:

$$m(H_2O_2) = v(H_2O_2) \cdot M(H_2O_2) = 8,986 \cdot 10^{-3} \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 0,31 \text{ г.}$$

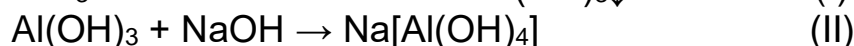
Пергидроль құрамындағы сутек пероксидінің массалық үлесі:

$$\omega(H_2O_2) = \frac{m(H_2O_2)}{m(\text{пергидроль})} = \frac{0,31}{1,00} = 0,31 \text{ немесе } 31 \%.$$

**1.5.8** Судағы ерітіндіде болатын 40,8 г алюминий галогенидіне натрий гидроксидімен әсер еткенде 4,00 г сілті қосқанда да, 14,67 г сілті қосқанда да тұнбаның бірдей массасы түзіледі. Тұздың құрамындағы галогенді анықтау.

**Шығарылуы:** Сілтілер алюминий тұздарымен әрекеттескенде алдымен алюминий гидроксиді түзіледі, кейін ол сілтіні әрі қарай қосқанда тетрагидроксоалюминат түзе отырып, ериді.

Белгісіз галогенді Hal деп белгілеп, реакция теңдеулерін жазамыз:



Мольдік массасы  $M(Hal) = x$  (г/моль) болсын. Алюминий галогенидінің мөлшері:  $v(AlHal_3) = 40,8 : (27 + 3x)$ .

$Al^{3+}$  иондары толық тұнбаға түспегенде сілті жеткіліксіз мөлшерде болады. Сілті NaOH мөлшерін есептейміз:  $v(NaOH) = 4 : 40 = 0,1$  моль. Бірінші реакция теңдеуі бойынша:

$$v(Al(OH)_3) = \frac{1}{3} v(NaOH) = 0,3333 \cdot 0,1 = 0,03333 \text{ моль}$$

Алюминий иондары толығымен тұнбаға түскенде және ол кейін ішінара ерігенде де тұнбаның осындай мөлшері түзіледі.  $Al^{3+}$  иондарын толығымен тұндыру үшін қажет:

$$v(NaOH) = 3 v(AlHal_3) = 3 \cdot 40,8 : (27 + 3x).$$

Екінші реакцияға түсуге тиісті алюминий гидроксидінің мөлшері:

$$v(Al(OH)_3) = 40,8 : (27 + 3x) - 0,03333;$$

NaOH мөлшері де осындай болу керек.

Сонымен, алюминий иондарын толығымен тұнбаға түсіруге және оның ішінара еруіне қажетті сілті мөлшері:

$$v(NaOH)_I + v(NaOH)_{II} = 3 \cdot 40,8 : (27 + 3x) + 40,8 : (27 + 3x) - 0,03333 \text{ моль.}$$

Массасы 14,67 г сілтінің мөлшері:

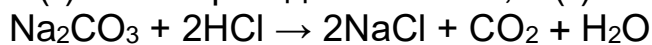
$$v(NaOH) = 14,67 : 40 = 0,3668 \text{ моль.}$$

Теңдеу құрастырамыз:  $3 \cdot 40,8 : (27 + 3x) + 40,8 : (27 + 3x) - 0,03333 = 0,3668$ , осыдан  $x = 127$ , яғни тұз құрамына иод кірген (жауабы).

**1.5.9** Тұз қышқылы мен натрий карбонатының массасы бірдей ерітінділерін бір-біріне құйғанда ерітіндінің жалпы массасы 10 %-ға азайған. Түзілген тұздың ерітіндідегі массалық үлесін есептеу.

**Шығарылуы:**

$x$  (г) – HCl ерітіндісі массасы;  $x$  (г) – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ерітіндісі массасы болсын.



$$2x - 100 \%$$

$$y \text{ г} - 10 \%$$

$$y = \frac{20x}{100} = 0,2x \text{ (ерітіндіден кеткен CO}_2 \text{ массасы)}$$

$$m_{\text{ерітінді соңғы}} = 2x - 0,2x = 1,8x;$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 0,2x/44 = 0,004545x \text{ моль.}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = 2 \cdot 0,0045 = 0,00909x \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,00909x \cdot 58,5 = 0,5318x$$

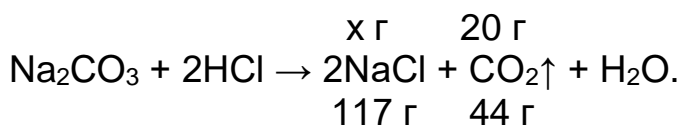
$$\omega = \frac{0,5318x \cdot 100\%}{1,8x} = 29,54 \% \text{ (жауабы).}$$

**Басқа тәсілмен шығару:**

Егер әр ерітіндінің массасын 100 г деп алсақ:

$$200 \text{ г} - 100 \%$$

$$x \text{ г} - 10 \%; \quad x = 20 \text{ г (ерітіндіден кеткен CO}_2 \text{ массасы)}$$



$$x = 53,18 \text{ г (түзілген NaCl массасы).}$$

$$M_{\text{ерітінді соңғы}} = 180 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{53,18 \cdot 100\%}{180} = 29,54 \%$$

**1.5.10** Калий сульфатының массалық үлесі екі есе арту үшін оның 500 г 6 %-дық ерітіндісіне KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>•12H<sub>2</sub>O ашудасының қандай массасын қосу керек? Алынған ерітіндіге калий сульфидінің артық мөлшерімен әсер еткенде бөлінетін газдың көлемін (қ.ж.) табу.

**Шығарылуы:** Бастапқы ерітіндінің массасы – 500 г, онда 30 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> болады (M = 174). Ерітіндіге  $x$  моль KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 12H<sub>2</sub>O ашудас (M = 474) қосайық (оның құрамында  $x/2$  моль K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> болады):  $m(\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474x$ ,  $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 30 + 174 \cdot x/2 = 30 + 87x$ ,  $m(\text{ерітінді}) = 500 + 474x$ . Есептің шарты бойынша соңғы ерітіндідегі K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> массалық үлесі - 12 %, яғни  $(30 + 87x)/(500 + 474x) = 0,12$ , осыдан  $x = 1,00$ . Қосылған ашудас массасы:  $m(\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474 \cdot 1,00 = 474 \text{ г}$ .

Түзілген ерітіндіде  $x/2 = 0,5$  моль Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> болады, ол калий сульфидінің артық мөлшерімен келесі теңдеу бойынша әрекеттеседі:



Осы теңдеу бойынша  $\nu(\text{H}_2\text{S}) = 3 \cdot \nu(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3 \cdot 0,5 = 1,5$  моль.

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 1,5 \cdot 22,4 = 33,6 \text{ л.}$$

Жауабы: 474 г KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 12H<sub>2</sub>O; 33,6 л H<sub>2</sub>S.

## Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Мыс азот қышқылының массалық үлесі 55 % болатын ерітіндіде ерітілді ( $\text{NO}$  түзіледі), нәтижесінде азот қышқылының массалық үлесі 47 % болды. Содан кейін алынған қышқыл ерітіндісінде күміс ерітілді ( $\text{NO}$  түзіледі), нәтижесінде қышқылдың массалық үлесі 41 %-ға дейін төмендеді. Алынған ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін есептеу (жауабы: 14,4 %  $\text{AgNO}_3$ ; 5,9 %  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ).

2) Массасы 48 г бром натрий гидроксиді ыстық ерітіндісінің қажетті мөлшерімен әрекеттескенде ерітінді массасы 288 г болды. Алынған ерітіндідегі тұздардың массалық үлестерін (%) және бастапқы ерітіндідегі сілтінің массалық үлесін есептеу (жауабы: 17,9 %  $\text{NaBr}$ ; 5,24 %  $\text{NaBrO}_3$ ; 10 %  $\text{NaOH}$ ).

3) Калий сульфидінің  $\text{K}_2\text{S}$  массалық үлесі 10 % болатын 110 г ерітіндідегі электрондардың массасын (г) есептеу (электронның массасы 0,00055 м.а.б.-не тең) (жауабы: 0,033 г).

4) Концентрлі азот қышқылының артық мөлшерімен әрекеттескенде күкірт толығымен тотықты, бұл кезде тығыздығы  $2,054 \text{ г/дм}^3$  болатын 26,88 л (қ.ж.) газ бөлінді және екі қышқылдың массалық үлестері бірдей болатын массасы 90 г ерітінді түзілді. Бастапқы ерітіндідегі азот қышқылының массалық үлесін есептеу (жауабы: 63,5 %).

5) Натрий гидроксидінің 10 г ерітіндісі ( $\omega = 5 \%$ ) хлорсутегінің 5 г ерітіндісімен ( $\omega = 10 \%$ ) араластырылды. Алынған ерітіндідегі су молекулаларының санын көрсету (жауабы:  $4,76 \cdot 10^{23}$ ).

6) Массасы 20,7 г сілтілік металл нитраты суда ерітілді, ерітінді көлемі 500 мл-ге дейін жеткізілді. Алынған ерітіндідегі нитрат-иондарының мольдік концентрациясы 0,6 моль/л шамасына тең болды. Қай металдың нитраты суда ерітілді? (жауабы:  $\text{LiNO}_3$ ).

7)  $\text{KHCO}_3$  ерітіндісін қыздырғанда тұздың массалық үлесі 3,49 % болатын ерітінді алынды (су буланған жоқ). Бастапқы ерітіндідегі  $\omega$  ( $\text{KHCO}_3$ ) шамасын табу (жауабы: 5 %).

8) Көлемдері 1 литрден алынған  $\text{HNO}_3$  және  $\text{NaOH}$  ерітінділерінде сәйкесінше 18,9 г қышқыл және 3,2 г сілті болады. Бейтараптану реакциясы толығымен өту үшін қышқыл және сілті ерітінділерінің көлемдерінің қатынасы қандай болу керек? (1:3,75).

9) Хлорсутегінің массалық үлесі 20 % болатын 150 г ерітіндісі бар стаканға мырыш пластинкасы салынды. Пластинканы ерітіндіден алған-



да оның массасы 6,5 грамға аз болды. Реакциядан кейінгі ерітіндідегі  $\omega$  (HCl) шамасын (жауабы: 14,52 %).

10) Тұз қышқылының кальций карбонатымен толық әрекеттесуі нәтижесінде  $\omega$  ( $\text{CaCl}_2$ ) = 6,82 % болатын ерітінді алынды. Бастапқы қышқыл ерітіндісіндегі  $\omega$  (HCl) шамасын табу (жауабы: 4,64 %).

11) Массасы 7,15 г мырышты сұйылтылған күкірт қышқылында еріткенде түзілген газ  $\text{MnO}_2$  қатысында 4,08 г бертолле тұзы толығымен ыдырағанда түзілген газбен араластырылды. Бұл қоспаға 0,224 л (қ.ж.) хлор қосылды және тұтатылды. Алынған ерітіндідегі  $\omega$  (HCl) шамасын табу (жауабы: 28,85 %).

## 2 БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БАСҚА СИПАТТАМАЛАРЫ

### 2.1 Заттардың формулаларын анықтау

2.1.1 Төрт валентті элементтердің атомдық массаларының қатынасы 2,3375. Оның біреуінің оксидінің құрамындағы оттектің массалық үлесі екіншісінің құрамындағы оттектің массалық үлесінен 1,364 есе артық. Оксидтердің формулаларын анықтау.

#### Шығарылуы:

$\text{EO}_2$  деп белгілейік.  $\frac{Ar_1}{Ar_2} = 2,3375$ ;  $Ar_1 = 2,3375 Ar_2$

Оксидтердегі оттегінің массалық үлестері:

$$\omega_1(O) = \frac{32}{Ar_1 + 32}; \quad \omega_2(O) = \frac{32}{Ar_2 + 32};$$

Есептің шартына сай олардың қатынасы:

$$\frac{32}{Ar_2 + 32} : \frac{32}{Ar_1 + 32} = 1,364; \quad \frac{32}{Ar_2 + 32} : \frac{32}{2,3375 Ar_2 + 32} = 1,364$$

$$\frac{2,3375 Ar_2 + 32}{Ar_2 + 32} = 1,364$$

$$2,3375 Ar_2 + 32 = 1,364 Ar_2 + 43,65$$

$$0,9735 Ar_2 = 11,65$$

**Жауабы:  $Ar_2 = 12$  (бұл C);  $Ar_1 = 12 \cdot 2,3375 = 28$  (бұл Si).**

2.1.2 Элементтің оттегімен бинарлық қосылысындағы массалық үлесі 70,96 %. Осы заттың формуласын табу.

#### Шығарылуы:

$\text{E}_x\text{O}_y$  деп белгілейік;  $\omega(\text{E}) = 70,96\%$ ;  $\omega(\text{O}) = 29,04\%$

Келесі заттар болуы мүмкін:  $\text{EO}$ ;  $\text{E}_2\text{O}$ ;  $\text{E}_2\text{O}_2$ ;  $\text{EO}_2$ ;  $\text{E}_2\text{O}_3$ ;  $\text{E}_2\text{O}_5$  және т.б.

Әр формула бойынша атомдық массаны табамыз:

1)  $\text{EO}$ ;  $\frac{Ar(\text{E})}{Ar(\text{E}) + 16} = 0,7096$

$$Ar(\text{E}) = 70,96 (Ar(\text{E}) + 16)$$

$$Ar(\text{E}) = 0,7096 Ar + 11,3536$$

$0,2904 Ar = 11,3536$ ;  $Ar = 39,09$  (калий, бірақ формуласы  $\text{KO}$  болатын оксид жоқ).

2)  $\text{E}_2\text{O}$ ;  $\frac{2 Ar}{2 Ar + 16} = 0,7096$

$$2 Ar = (2 Ar + 16) \cdot 0,7096; \quad 0,5808 Ar = 11,3536$$

$$2 Ar = 1,4192 Ar + 11,3536;$$

$2 Ar - 1,4192 Ar = 11,3536$ ;  $Ar = 19,55$  (мұндай атомдық массасы бар элемент жоқ).

3)  $\text{E}_2\text{O}_2$ ;  $\frac{2 Ar}{2 Ar + 32} = 0,7096$

$A_r = 39,09$  (бұл калий, жауабы  $K_2O_2$ ). Басқа варианттарды тексеру атомдық массаларға сай келетін сандарды бермейді.

**2.1.3** Әлдебір элементтің өзінің оксидіндегі массалық үлесі 20 %. Осы заттың формуласын табу.

**Шығарылуы:**  $\text{Э}_x\text{O}_y$  деп белгілейік, оксид массасы 100 г болсын. Сонда элемент массасы – 20 г, оттегі – 80 г. Эквиваленттер заңына сәйкес:

$$\frac{m(\text{Э})}{m(\text{O})} = \frac{M_3(\text{Э})}{M_3(\text{O})}; \quad \frac{20}{80} = \frac{M_3(\text{Э})}{8}$$

$M_3(\text{Э}) = 2$  г/моль. Элементтің атомдық массасы оның эквиваленттік массасын көрсететін санды валенттілігіне көбейткендегі шамаға тең болады.

Егер элемент бірвалентті болса, онда  $A_r = 2$  (мұндай элемент жоқ);  
Егер элемент еківалентті болса, онда  $A_r = 4$  (гелийдің атомдық массасына келеді, бірақ ол оксид түзбейді. Сондықтан дейтерий болуы мүмкін);

Егер элемент үшвалентті болса, онда  $A_r = 6$  (мұндай элемент жоқ);

Егер элемент төртвалентті болса, онда  $A_r = 8$  (мұндай элемент жоқ);

Егер элемент бесвалентті болса, онда  $A_r = 10$  (мұндай элемент жоқ);

Сонымен, жауабы:  $D_2O$

*Басқа тәсілмен шығару:*

$$x : y = \frac{20}{A_r} : \frac{80}{16}; \quad x : y = \frac{20}{A_r} : \frac{5}{1}; \quad \text{Осыдан } A_r = 4$$

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Қосылыстың құрамында 62,8 % S және 37,2 % F бар. Көлемі 118 мл осы қосылыстың 7 °С және 98,64 КПа кезіндегі массасы 0,51 г. Қосылыстың формуласын табу (жауабы:  $S_2F_2$ ).

2) Массасы 60 г периодтық жүйенің II тобының металы азотпен әрекеттескенде нитрид түзеді, ал нитрид суда ерігенде аммиак бөлінеді. Бөлінген барлық аммиакты оттегімен катализдік тотықтырғанда 22,4 л (қ.ж.) азот (II) оксиді алынады (шығын болмағанда). Металды анықтау (жауабы: Ca).

3) Көлемі 4,48 л газ тәрізді зат жанғанда 3,6 г су және 4,48 л (қ.ж.) күкірт (IV) оксиді түзіледі. Заттың  $CO_2$  бойынша салыстырмалы тығыздығы 0,773-ке тең. Заттың молекулалық формуласын табу (жауабы:  $H_2S$ ).

4) Массасы 32,55 г металл (II) оксидін еріту үшін 80 мл 27 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісі ( $\rho = 1,19$  г/мл) алынды. Қышқылдың реакциядан кейін ерітіндідегі массалық үлесі 8,61 %. Металды анықтау (жауабы: Hg).

5) Массасы 14,5 г металл (II) гидроксиді 148,6 мл 8,5 %-дық HCl ерітіндісінде ( $\rho = 1,04$  г/мл) ерітілді. Бұл кезде тұздар қоспасы, соның ішінде 0,11 моль орта тұз алынды. Металды табу (жауабы: Mg).

6) Металл (III) гидроксидінің бастапқы массасының 90 %-ы ыдырағанда 4,86 г су түзілді және 2,8 г гидроксид қалды. Металды табу (жауабы: иттрий).

7) Массасы 4,375 г металл мен оның  $Me_2O_3$  құрамды оксидінің қоспасы оттегімен толық тотыққанда (металл +3 тотығу дәрежесіне дейін тотығады) алынған және бастапқы оксидтің жалпы массасы бастапқы қоспаның массасынан 27,43 %-ға артық болып шықты. Бастапқы қоспадағы  $Me_2O_3$  химиялық мөлшері металдың химиялық мөлшерінен 10,75 есе аз. Металды анықтау (жауабы: галлий).

8) Екі MeOH құрамды гидроксиді бар 26 г ерітінді арқылы массасы 16,5 г  $CO_2$  карбонаттар түзілгенше жіберілді. Түзілген карбонаттар бөлініп алынды және 30,25 грамға тең тұрақты массаға дейін қыздырылды ( $800^\circ C$ ).  $A_r(Me_1)/A_r(Me_2) = 3,286$  екені белгілі. Металдарды анықтау (жауабы: Na және Li).

9) Массасы 12,5 г металл (II) карбонаты  $\omega(HCl) = 5\%$  болатын ерітіндінің дәл қажетті мөлшерінде ерітілді және  $\omega(MeCl_2) = 8,83\%$  болатын ерітінді алынды. Металды анықтау (жауабы: мырыш).

## 2.2 Газдардың салыстырмалы тығыздығы

2.2.1 Сутек пен азот қоспасының сутек бойынша тығыздығы 4,25. Осындай қоспаның 40 литріне 20 л азот қосылған. Соңғы қоспаның сутек бойынша тығыздығын есептеу.

### Шығарылуы:

Көлемдік қатынастар заңына сәйкес газ заттарының көлемдері олардың зат мөлшеріне сәйкес келеді, сондықтан  $x$  – моль  $H_2$ , ал  $(40 - x)$  – моль  $N_2$  деп алуға болады.

$$M_r(\text{қоспа}) = 4,25 \cdot 2 = 8,5$$

$$M_r(\text{орташа}) = \frac{M(H_2) \cdot \nu(H_2) + M(N_2) \cdot \nu(N_2)}{\nu(H_2) + \nu(N_2)}; \text{ Осы формулаға мәндерін}$$

қоямыз, зат мөлшері  $\nu$  орнына көлем  $V$  мәндерін қоя беруге болады:

$$8,5 = \frac{2x + 28(40 - x)}{x + (40 - x)}; \text{ Осыдан } x = 30 \text{ л } H_2, 10 \text{ л } N_2, \text{ яғни бұл – бастапқы}$$

қоспа. Кейін азот 30 л болады.

$$M_r(\text{соңғы қоспа}) = \frac{2 \cdot 30 + 28 \cdot 30}{60} = 15$$

$$\text{Жауабы: } D_{H_2} = 15/2 = 7,5$$

**2.2.2** Көміртек (IV) оксидімен толтырылған ыдыстың массасы 422 г. Аргонмен толтырылған осы ыдыстың массасы 420 г. Егер осы ыдысты 50 % (көлемі бойынша) аргоннан және 50 % X газынан тұратын қоспамен толтырса, оның массасы 417 г болады. Тәжірибелер қалыпты жағдайда жүргізілді деп, ыдыстың массасын, оның көлемін X газының мольдік массасын табу.

**Шығарылуы:**

Авогадро заңына сәйкес бірдей көлемде, мысалы, бір ыдыс көлемінде болатын газдар массаларының қатынасы олардың молекулалық массаларының қатынасындай болады.

Көміртек (IV) оксидінің аргон бойынша салыстырмалы тығыздығы, яғни олардың молекулалық массаларының қатынасы:

$$D_{Ar} = \frac{Mr(CO_2)}{Mr(Ar)} = \frac{44}{39.95} = 1,1. \text{ Ыдыс массасын } x \text{ г деп белгілейік.}$$

$$\frac{m(CO_2)}{m(Ar)} = \frac{422-x}{420-x} = 1,1; \text{ Осыдан } x = 400 \text{ г (ыдыс массасы) – бір жауабы.}$$

Сонда  $m(CO_2) = 22$  г, яғни 0,5 моль және  $m(Ar) = 20$  г, яғни 0,5 моль. Газдардың мұндай мөлшері қ.ж. 11,2 л көлем алады, яғни ыдыс көлемі 11,2 л (екінші жауабы).

$M(Ar) + m(X) = 417 - 400 = 17$  г. Қоспадағы әр газдың мөлшері 0,25 мольден болады:

$0,25 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} + 0,25 \text{ моль} \cdot M(X) = 17$ , осыдан  $M(X) = 28$  г/моль (3-ші жауабы).

**2.2.3** Метан және оттегінің қоспасымен толтырылған колбаның массасы 57,5 г. Метанмен толтырылған осы колбаның массасы 57,0 г, ал оттегімен толтырылғандағы массасы – 59,0 г. Барлық газдар бірдей жағдайда болады. Қоспамен толтырылған бірінші колбадағы оттегі метанның толық жануы үшін жеткілікті ме? Жауапты есептеумен дәлелдеу.

**Шығарылуы:** Бос колбаның массасы  $x$  (г) болсын. Сонда:

$(57,5 - x)$  г – метан мен оттегі қоспасының массасы;

$(57 - x)$  г – метан массасы;

$(59 - x)$  г – оттегінің массасы.

Оттегінің метан бойынша тығыздығы:  $D_{метан} = \frac{M(O_2)}{M(CH_4)} = \frac{32}{16} = 2$ ;

Авогадро заңына сәйкес газдардың молекулалық массаларының қатынасы олардың бірдей көлемде алынған массаларының қатынасына тең, яғни:

$$\frac{M(O_2)}{M(CH_4)} = \frac{m(O_2)}{m(CH_4)} \text{ немесе } \frac{59-x}{57-x} = 2; \text{ осыдан } x = 55 \text{ г шығады (бос колбаның}$$

массасы). Метан мен оттегі қоспасының массасы;  $57,5 - 55 = 2,5$  г.

Осы колбада жеке болған кездегі метан мен оттегінің массалары:

$m(\text{CH}_4) = 2 \text{ г}$  (немесе  $0,125 \text{ моль}$ );  $m(\text{O}_2) = 4 \text{ г}$  (немесе  $0,125 \text{ моль}$ ); Осыдан бірінші колбадағы екі газ қоспасының мөлшері  $0,125 \text{ моль}$  екені шығады.

Газдар қоспасының орташа молекулалық массасы:

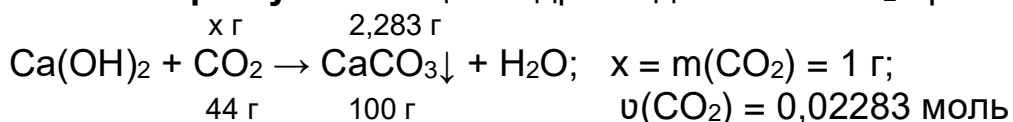
$$M_{\text{қоспа}} = \frac{2,5 \text{ г}}{0,125 \text{ моль}} = 20. \text{ Қоспадағы метанның мөлшері } x \text{ моль болсын.}$$

$$20 = \frac{16x + 32(0,125 - x)}{0,125 \text{ моль}}; \text{ осыдан } x = 0,09375 \text{ моль шығады (CH}_4 \text{ мөлшері).}$$

$\nu(\text{O}_2) = 0,125 - 0,09375 = 0,03125 \text{ моль}$ . Реакция теңдеуі бойынша ( $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) оттегінің мөлшері метан мөлшерінен екі есе артық болуы керек, сондықтан қоспадағы оттегі мөлшері метанның толық жануы үшін жеткіліксіз (жауабы).

**2.2.4** Сутек бойынша салыстырмалы тығыздығы 17-ге тең болатын  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  және  $\text{O}_2$  қоспасы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ерітіндісінің артық мөлшері арқылы өткізілді. Түзілген тұнбаның массасы  $2,283 \text{ г}$  болды, ал қалған газ қоспасының сутек бойынша тығыздығы 8-ге тең. Бастапқы қоспаның массасын және көлемін табу.

**Шығарылуы:** Кальций гидроксидімен тек  $\text{CO}_2$  әрекеттеседі:



Бастапқы газдар қоспасының орташа молекулалық массасы:

$$M_{\text{орташа}} = 2 \cdot 17 = 34; \quad M_{\text{орташа}} = \frac{m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2) + m(\text{O}_2)}{\nu(\text{CO}_2) + \nu(\text{H}_2) + \nu(\text{O}_2)}$$

$$\text{немесе } M_{\text{орташа}} = \frac{M(\text{CO}_2) \cdot \nu(\text{CO}_2) + M(\text{H}_2) \cdot \nu(\text{H}_2) + M(\text{O}_2) \cdot \nu(\text{O}_2)}{\nu(\text{CO}_2) + \nu(\text{H}_2) + \nu(\text{O}_2)};$$

$x$  – бұл сутегінің, ал  $y$  – бұл оттегінің моль саны болсын.

$$34 = \frac{1 + 2x + 32y}{0,02283 + x + y} \text{ (1-ші теңдеу); } \text{CO}_2 \text{ сіңірілгеннен кейін:}$$

$$M_{\text{орташа}} = 2 \cdot 8 = 16;$$

$$M_{\text{орташа}} = \frac{m(\text{H}_2) + m(\text{O}_2)}{\nu(\text{H}_2) + \nu(\text{O}_2)}; \quad 16 = \frac{m(\text{H}_2) + m(\text{O}_2)}{\nu(\text{H}_2) + \nu(\text{O}_2)}; \quad 16 = \frac{2x + 32y}{x + y} \text{ (2-ші теңдеу);}$$

$x = 1,1428y$ ; Осы мәнді 1-ші теңдеуге қойғанда  $y = 0,0058 \text{ моль (O}_2\text{)}$ .

$x = 0,0066 \text{ моль (H}_2\text{)}; \nu(\text{CO}_2) = 0,02283 \text{ моль (жоғарыда)}$ .

**Жауабы:** Газдардың массалары:  $m(\text{O}_2) = 0,0058 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 0,1856 \text{ г}$ ;  $m(\text{H}_2) = 0,0066 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,0132 \text{ г}$ ;  $m(\text{CO}_2) = 1 \text{ г}$  (жоғарыда). Үш газдың массаларының қосындысы  $m(\text{газдар қоспасы}) = 0,1856 + 0,0132 + 1 = 1,1988 \text{ г}$ . Көлемді табу үшін қалыпты жағдайды пайдаланамыз, үш газдың моль сандарының қосындысы  $= 0,0058 + 0,0066 + 0,02283 = 0,0352 \text{ моль}$ ;

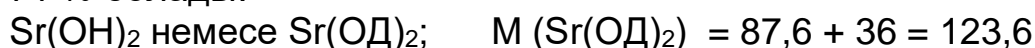
$$V(\text{газдар қоспасы}) = V_m \cdot \nu = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,0352 \text{ моль} = 0,789 \text{ л}$$

**2.2.5** Металдық стронций  $X$  затының артық мөлшерімен әрекеттескенде  $Y$  газы бөлініп шықты. Реакцияның қатты өнімінде  $71 \%$

стронций болады. Қалыпты жағдайда У газының 2,24 литрімен массасы 2,5 г резеңке шар толтырылды, осы кезде шар ауада не көтерілмей, не төмен түспей еркін тұрады. Егер осы шарды Z газының 2,24 литрімен (қ.ж.) толтырса, онда онда шардың көтерілу күші алдыңғыдай болады. У және Z газдарын табу. Стронцийдің Х затымен реакция теңдеуін жазу.

### Шығарылуы:

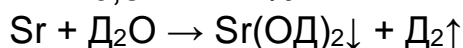
Стронций сумен әрекеттескенде сутек газы түзіледі, бірақ  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  құрамындағы стронцийдің массалық үлесі 72 %, яғни есеп шартына сәйкес келмейді, сондықтан стронций гидроксидінің құрамына сутегінің ауыр изотопы – дейтерий кіреді десек, онда стронцийдің массалық үлесі 71 % болады:



$$123,6 - 100 \%$$

$$87,6 - x$$

$$x = 70,87 \approx 71 \%$$



2,24 л – бұл 0,1 моль  $\text{D}_2$  немесе 0,4 г

2,5 г (рез. шар) + 0,4 г = 2,9 г

0,1 моль  $\text{D}_2$  және 0,1 моль ауаның массасы бірдей – 2,9 г, яғни шар ауада көтерілмей не түспей бір деңгейде тұрады.

Мөлшері 0,1 моль (2,24 л) болған кезде екінші Z газының да массасы 0,4 г болу керек. Бұл – гелий.

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Көлемі 30 л метан  $\text{CH}_4$  мен азот  $\text{N}_2$  қоспасының гелий бойынша салыстырмалы тығыздығы 5-ке тең. Қоспа дайындау үшін қанша литр метан және азот алынған? (жауабы: 20 л  $\text{CH}_4$ ; 10 л  $\text{N}_2$ )

2) Сутек бойынша салыстырмалы тығыздығы 15 болатын CO мен  $\text{O}_2$  газдары қоспасын тұтатылған. Реакциядан кейінгі түзілген газдар қоспасының (орташа) мольдік массасын табу (жауабы: 40 г/моль).

3) Көлемі 11,2 л (қ.ж.)  $\text{H}_2$  мен  $\text{Cl}_2$  газдары қоспасын ультракүлгін сәулелермен өңдеген. Реакция аяқталғаннан кейін ыдысқа 1 л су құйғанда газдар қоспасының көлемі 5 есе кеміген, ал қалған газ сілті ерітіндісімен әрекеттеспейді. Бастапқы газдар қоспасының тығыздығын және соңғы (көлемі 1 л) ерітіндідегі еріген заттың мольдік концентрациясын есептеу (жауабы: 1,321 г/л; 0,4 моль/л).

4) Бірдей жағдайда аргонмен толтырылған колба неонмен толтырылған дәл осындай колбадан 4,465 есе ауыр және белгісіз газбен толтырылған осындай колбадан 0,892 есе жеңіл. Белгісіз газдың мольдік массасын есептеу (жауабы: 44 г/моль).

5)  $\text{NH}_3$  және  $\text{CH}_4$  газдары қоспасында сутек атомдарының саны азот атомдары санынан 15 есе көп. Осы қоспаға аммиак көлеміне тең көлемде бір газ қосылды, нәтижесінде газдар қоспасының мольдік массасы 9,55 бірлікке артты. Қосылған газдың мольдік массасын табу (жауабы: 64 г/моль).

6) а) Сутек бойынша тығыздығы 18-ге тең 20 л  $\text{CO}$  және  $\text{CO}_2$  қоспасын; б) сутек бойынша тығыздығы 10-ға тең 30 л сутек және  $\text{CO}$  қоспасын жағу үшін сутек бойынша тығыздығы 10-ға тең оттегі мен гелий қоспасының қандай көлемі қажет? (жауабы: а) 8,8 л; б) 26,2 л).

7) Азот (I) оксиді толығымен жай заттарға ыдыратылды. Алынған газдар қоспасының аргон бойынша салыстырмалы тығыздығын есептеу (жауабы: 0,735).

8) Сутек бойынша салыстырмалы тығыздығы 17-ге тең  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  және  $\text{O}_2$  қоспасы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ерітіндісінің артық мөлшері арқылы өткізілді. Массасы 2,283 г тұнба түзілді, ал қалған газдар қоспасының сутек бойынша тығыздығы 8-ге тең болды. Бастапқы қоспаның массасы мен көлемін табу (жауабы: 1,21 г; 0,795 л).

9) Жалпы көлемі 30 л аргон мен этиламин қоспасына 20 л бромсутек қосылды. Осыдан кейін газдар қоспасының ауа бойынша тығыздығы 1,814-ке тең болды. Бастапқы қоспадағы газдардың көлемдік үлестерін табу (жауабы: 60 %  $\text{Ar}$ ; 40 %  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ).

10) Кальций сульфиті мен гидрокарбонаты қоспасында кальций атомдарының саны күкірт атомдарының санынан 6 есе көп. Тұздар қоспасын күкірт қышқылының сұйылтылған ерітіндісінің артық мөлшерімен өңдегенде алынған газдар қоспасының ауа бойынша тығыздығын табу (жауабы: 1,58).

## 2.3 Газдардың көлемдік үлестері

**2.3.1** Егер қоспаның 1,68 л (қ.ж.) көлемінде  $8,73 \cdot 10^{23}$  электрон болса, онда қоспадағы көміртек оксидтерінің көлемдік үлестері қандай?

### Шығарылуы:

$\nu(\text{CO}) = x$  (моль),  $\nu(\text{CO}_2) = y$  (моль) болсын. Көміртек (II) оксидінің бір молекуласында 14 электрон, ал көміртек (IV) оксидінің бір молекуласында 22 электрон бар. Газдардың қосынды мөлшерін табамыз:

$$\nu = V : V_m; \nu(\text{CO} + \text{CO}_2) = 1,68 : 22,4 = 0,075 \text{ моль.}$$

Осы қоспадағы электрондар мөлшерін табамыз:

$$\nu = n : N_A$$
$$\nu(\bar{e}) = 8,73 \cdot 10^{23} : 6,02 \cdot 10^{23} = 1,45 \text{ моль}$$



Теңдеулер жүйесін құрамыз:

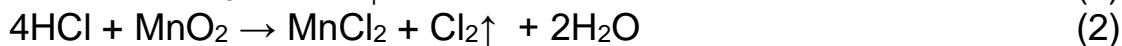
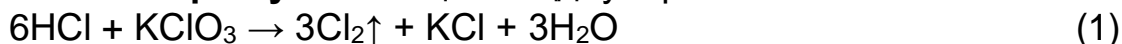
$$\begin{cases} x + y = 0,075, \\ 14x + 22y = 1,45; \text{ осыдан } x = 0,025; y = 0,05. \end{cases}$$

Көміртек (II) оксидінің қоспадағы көлемдік үлесін табамыз:

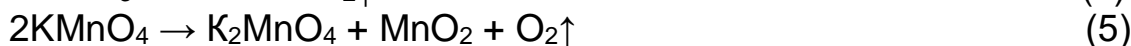
$$\varphi(\text{CO}) = V(\text{CO}) : V(\text{CO} + \text{CO}_2); \varphi(\text{CO}) = 0,025 : (0,025 + 0,05) = 0,333;$$
$$\varphi(\text{CO}_2) = 1 - 0,333 = 0,667, \text{ яғни } \varphi(\text{CO}) = 33,3 \%; \varphi(\text{CO}_2) = 66,7 \% .$$

**2.3.2** Калий хлораты, пиролюзит және калий перманганатының эквимольярлы қоспасы екі бірдей бөлікке бөлінді. Бір бөлігіне тұз қышқылының артық мөлшері құйылды және бөлінген газ жинап алынды. Екінші бөлігі 200-250 °C-қа дейін қыздырылды және бөлінген газ қоспаның бірінші порциясын өңдегенде түзілген газбен қосылып, араластырылды. Газдар қоспасының сандық құрамын (көлемдік және массалық %) табу.

**Шығарылуы:** Реакция теңдеулері:



Берілген температура жағдайында  $\text{MnO}_2$  ыдырамайды:



Қоспадағы заттардың мөлшері 1 мольден болсын. Сонда реакция теңдеулеріндегі заттардың мөлшерлік қатынастарына (коэффициенттеріне) сәйкес 1-ші реакцияда 3 моль, 2-ші реакцияда 1 моль, 3-ші реакцияда 2,5 моль, барлығы 6,5 моль  $\text{Cl}_2$  газы түзіледі. Төртінші, бесінші реакцияларда барлығы  $1,5 + 0,5 = 2$  моль  $\text{O}_2$  газы түзіледі. Жиналған газдарды араластырғанда барлығы  $6,5 + 2 = 8,5$  моль газдар қоспасы алынады (хлор және оттегі өзара химиялық әрекеттеспейді).

**Жауабы:** көлемдік және массалық үлестерін есептеу:

$$\varphi(\text{Cl}_2) = \frac{6,5 \cdot 100\%}{8,5} = 76,47 \%$$

$$\varphi(\text{O}_2) = 23,53 \%$$

$$m(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль} \cdot 6,5 \text{ моль} = 461,5 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = 32 \cdot 2 = 64 \text{ г}$$

Газдар қоспасының жалпы массасы: 525,5 г

$$\omega(\text{Cl}_2) = \frac{461,5 \cdot 100\%}{525,5} = 87,82 \%$$

$$\omega(\text{O}_2) = \frac{64 \cdot 100\%}{525,5} = 12,18 \%$$

**2.3.3** Көлемі 200 мл сутек, аргон және көміртек (II) оксидіне 200 мл оттегі қосып қопарған (жаққан). Реакция өнімдерін салқындатқаннан кейін қоспаның көлемі 300 мл-ге дейін кеміген. Көміртек (IV) оксиді сілті

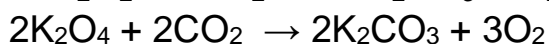
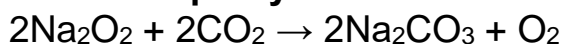
ерітіндісіне сіңірілгеннен кейін 250 мл газ қалған. Қоспадағы газдардың көлемдік үлестерін анықтау. **Шешуі:**

Реакция теңдеулері:

x мл $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	0,5x мл $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	x мл	Есептің шарты бойынша реакция аяқталып, оның өнімдерін салқындатқан кезде газдар қоспасының көлемі 100 мл-ге кеміген. Ол реакцияға түскен оттектен түзілген су буларының қосындысы: $0,5x + 0,5y + x = 100$ Сілті ерітіндісіне сіңірілген көміртек (IV) оксидінің және реакция теңдеуі бойынша оған сәйкес CO көлемі: $y = V(\text{CO}) = 300 \text{ мл} - 250 \text{ мл} = 50 \text{ мл}$ .
У мл $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	0,5у мл	у мл	
z мл $\text{Ar} = \text{Ar}$	z мл		
Бұдан: $1,5x = 75$ , $x = V(\text{H}_2) = 50 \text{ мл}$ . Онда: $V(\text{Ar}) = 200 - (50+50) = 100 \text{ мл}$			
Олардың көлемдік үлестері: $\varphi(\text{H}_2) = \varphi(\text{CO}) = 25 \%$ , $\varphi(\text{Ar}) = 50 \%$ .			

**2.3.4** Натрий пероксиді ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) мен калий асқын пероксиді ( $\text{K}_2\text{O}_4$ ) газ тұмылдырықтарында (противогаздарда) және су асты кемелерінде көмірқышқыл газын сіңіру және ауаны регенерациялау үшін қолданылады. Жүйеде қысым өзгермеу үшін осы заттар қоспасының құрамы (%) қандай болу керек?

**Шығарылуы:**



Бірінші реакцияда 2 моль  $\text{CO}_2$  – 1 моль  $\text{O}_2$  түзеді

Екінші реакцияда 2 моль  $\text{CO}_2$  – 3 моль  $\text{O}_2$  түзеді

Барлығы 4 моль  $\text{CO}_2$  сіңіріледі және 4 моль  $\text{O}_2$  түзіледі, яғни  $\text{Na}_2\text{O}_2$  және  $\text{K}_2\text{O}_4$  заттарының мөлшерлері бірдей болу керек (реакция теңдеулеріне сәйкес).

$M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 78 \text{ г/моль}$

$M(\text{K}_2\text{O}_4) = 142 \text{ г/моль}$

Бір мольден алынған заттардың массаларының қосындысы  $78 + 142 = 220 \text{ г}$ ;

$220 \text{ г} - 100 \%$

$220 \text{ г} - 100 \%$

$78 \text{ г} - x \%$

$142 \text{ г} - x \%$

$x = 35,45 \%$   $\text{Na}_2\text{O}_2$

$x = 64,5 \%$   $\text{K}_2\text{O}_4$  (жауабы).

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Көлемі 14 л (қ.ж.) азот пен көміртек (IV) оксиді қоспасының массасы 25,5 г. Қоспадағы азоттың көлемдік, мольдік және массалық үлесін табу (жауабы: көлемдік және мольдік үлесі 20 %; массалық үлесі 13,7 %).

2) Көлемі  $0,896 \text{ дм}^3$  CO мен  $\text{CO}_2$  қоспасын жағуға  $0,112 \text{ дм}^3$  (газдар бірдей жағдайда өлшенген) оттектен жұмсалған. Бастапқы қоспадағы көміртек (II) оксидінің көлемдік үлесін табу (жауабы: 25 %).

3) Көлемі 50 мл CO мен CO<sub>2</sub> қоспасын 50 мл оттеппен қосып қопарған. Қопарылыстан кейінгі қоспаның көлемі 90 мл болған (газдар бірдей жағдайда өлшенген). Бастапқы қоспадағы көмір қышқыл газының көлемдік үлесін табу (жауабы: 60 %).

4) Көлемі 50 дм<sup>3</sup> CO мен H<sub>2</sub> қоспасына 50 дм<sup>3</sup> оттеп қосып жаққан. Реакциядан кейін қоспаның көлемі 45 дм<sup>3</sup> болған (газдар бірдей жағдайда өлшенген). Бастапқы қоспадағы газдардың көлемдік үлестерін табу (жауабы: 40 % CO; 60 % H<sub>2</sub>).

5) Көлемі 50 см<sup>3</sup> метан мен CO қоспасын 60 см<sup>3</sup> оттеппен қосып жаққанда метан мен CO толық жанып кеткен, ал соңғы қоспаның көлемі 70 см<sup>3</sup> болған (газдар бірдей жағдайда өлшенген). Бастапқы қоспадағы CO газының көлемдік үлесін табу (жауабы: 80 %).

6) Қыздырғанда аммиактың бастапқы көлемінің төрттен бір бөлігі жай заттарға ыдыраған. Түзілген соңғы қоспадағы әр газдың көлемдік үлестерін есептеу (60 % аммиак, 10 % азот, 30 % сутегі).

7) Көлемі 5 дм<sup>3</sup> азот, көміртек (II) оксиді және көміртек (IV) оксиді қоспасын алдымен артық мөлшерде алынған ізбес суы арқылы, содан кейін қалғанын қыздырылған мыс (II) оксиді үстінен өткізгенде 10 г тұнба және 6,4 г мыс түзілген. Қоспадағы газдардың массалық үлестерін табу (жауабы: 44,8 % CO; 44,8 % CO<sub>2</sub>; 10,4 % N<sub>2</sub>).

8) Көлемі 150 см<sup>3</sup> сутек, күкіртсутек және оттеп қоспасы жарылғанда қоспаның көлемі 20 см<sup>3</sup>-ге (қ.ж.) дейін кеміген. Газдардың барлығы қалдықсыз әрекеттесті деп алып, олардың бастапқы қоспадағы көлемдік үлестерін табу (жауабы: 44,7 % H<sub>2</sub>; 42 % O<sub>2</sub>; 13,3 % H<sub>2</sub>S).

## 2.4 Кристаллогидраттар және ерігіштік

**2.4.1** Темір (II) сульфатының 100 г судағы ерігіштігі 50 °C және 0 °C кезінде сәйкесінше 48,6 г және 15,7 г. Температура 50 °C кезінде қаныққан ерітіндіні 0 °C-қа дейін салқындатқанда 5 г FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O кристаллогидраты тұнбаға түсуі тиіс, осындай ерітінді дайындау үшін су мен FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O кристаллогидратының қандай массаларын алу керек?

### Шығарылуы:

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 152 + 126 = 278 \text{ г/моль}$$

$x$  – FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O массасы (г);  $y$  – H<sub>2</sub>O массасы (г). Су массасы мен еріген зат массасы ерітінді массасын береді, мысалы, 100+15,7 = 115,7 г.

Осы арқылы еріген заттың массалық үлесін табамыз:

$$0^\circ\text{C} - \text{та: } \omega(\text{FeSO}_4) = \frac{15,7 \text{ г}}{115,7 \text{ г}} = 0,1356$$

$$50^{\circ}\text{C} - \text{та: } \omega(\text{FeSO}_4) = \frac{48,6\text{ г}}{148,6\text{ г}} = 0,327$$

<p>278 г – 152 г FeSO<sub>4</sub>          x г - α  <math>\alpha = \frac{152x}{278} = 0,5467x</math> (бұл x г кристаллогидратта болатын FeSO<sub>4</sub> массасы)</p>	<p>50 °C:  <math>\frac{0,5467x}{x+y} = 0,327 \quad (1)</math>  <math>x + y - 5 = m_{\text{ерітінді}} (0^{\circ}\text{C}).</math></p>
<p>278 г – 152 г FeSO<sub>4</sub>          5 г - x г          x = 2,73 г FeSO<sub>4</sub></p>	<p>0 °C: <math>\frac{0,5467x-2,73}{x+y-5} = 0,1356 \quad (2)</math></p>
<p>Тексеру :          278 – 152 г FeSO<sub>4</sub>          6,41 – x  <math>x = 3,5 \text{ г FeSO}_4</math>          50°C: <math>\frac{3,5}{6,41+ 4,31} = 0,326</math>          0°C: <math>\frac{3,5-2,73}{6,41+4,31-5} = \frac{0,77}{5,72} = 0,135</math></p>	<p>1-ші өрнектен:  <math>0,5467x = 0,327x + 0,327y</math>  <math>0,2197x = 0,327y</math>  <math>x = 1,488y</math></p> <p>2-ші өрнектен:  <math>\frac{0,5467 \cdot 1,488y - 2,73}{1,488y+y-5} = 0,1356</math>  <math>\frac{0,813y-2,73}{2,488y-5} = 0,1356</math>  <math>0,813y - 2,73 = 0,337y - 0,678</math>  <math>0,476y = 2,052</math>  <math>y = 4,31 \text{ г (H}_2\text{O массасы),}</math>  <b>жауабы.</b>  <math>x = 1,488y</math>  <math>x = 6,41 \text{ г (FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O массасы),}</math>  <b>жауабы.</b></p>

**2.4.2** Темір (III) хлориді үш кристаллогидрат түзеді: FeCl<sub>3</sub>·3,5H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>·2,5H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O. Құрамында 0,5 моль сусыз тұз бар FeCl<sub>3</sub>·2,5H<sub>2</sub>O, FeCl<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O кристаллогидраттарының 101,95 г қоспасы 80 °C-қа дейін қыздырылды. Бұл кезде олар балқыды және гомогенді ерітінді түзді. Осы ерітіндіге 4,5 г су қосылды және жүйе бөлме температурасына дейін салқындатылды. Осы кезде кристаллогидраттардың тепе-теңдікті қоспасы түзілді. Салқындатылғаннан кейінгі жүйенің сапалық және сандық құрамын анықтау.

**Шығарылуы:**

M (FeCl<sub>3</sub>) = 162,5 г/моль;

M (FeCl<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O) = 198,5 г/моль

M (FeCl<sub>3</sub>·2,5H<sub>2</sub>O) = 207,5 г/моль

M (FeCl<sub>3</sub>·3,5H<sub>2</sub>O) = 225,5 г/моль

$\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшерін  $x$  (моль) делік, сонда оның құрамындағы судың мөлшері  $2,5x$  (моль) болады.  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшері  $(0,5 - x)$  моль, ал судың мөлшері  $2(0,5 - x)$  моль болады. Осы екі кристаллогидрат құрамындағы заттардың массаларының қосындысы 101,95 г тең:

$$162,5x + 18 \cdot 2,5x + 162,5(0,5 - x) + 18 \cdot 2(0,5 - x) = 101,95$$

Осы теңдікті шешу  $x = 0,3$  моль шамасын береді, яғни бұл –  $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшері, сонда  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшері 0,2 моль болады.

Енді балқымадағы су мөлшерін табайық:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 2,5 \cdot 0,3 + 18 \cdot 2 \cdot 0,2 = 13,5 + 7,2 = 20,7 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) \text{ кейінгі} = 20,7 + 4,5 = 25,2 \text{ г}$$

$$u(\text{H}_2\text{O}) \text{ кейінгі} = 25,2 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 1,4 \text{ моль}$$

Салқындатылғаннан кейінгі жүйеде қандай кристаллогидраттар болатынын келесі тәсілмен анықтауға болады:

0,5 моль  $\text{FeCl}_3$ -ке 1,4 моль су келеді

1 моль  $\text{FeCl}_3$ -ке  $x$  моль су келеді

Осыдан  $x = 2,8$  моль, яғни соңғы жүйеде  $\text{FeCl}_3 : \text{H}_2\text{O}$  мольдік қатынасы 1 : 2,8 қатынасындай болуы керек.

Енді кристаллогидраттардың әртүрлі жиынтығын алып, олардағы  $\text{FeCl}_3 : \text{H}_2\text{O}$  мольдік қатынасы қандай болатынын тексереміз:

а) Үш кристаллогидрат та ( $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) болатын жағдай:

3 моль  $\text{FeCl}_3 : 8$  моль су = 1 : 2,66 (бізге қажетті қатынасқа келмейді).

Б)  $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  болатын жағдай:

2 моль  $\text{FeCl}_3 : 4,5$  моль су = 1 : 2,25 (бізге қажетті қатынасқа келмейді).

В)  $\text{FeCl}_3 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$  болатын жағдай:

2 моль  $\text{FeCl}_3 : 6$  моль су = 1 : 3 (бізге қажетті қатынасқа келмейді).

Г)  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$  болатын жағдай:

2 моль  $\text{FeCl}_3 : 5,5$  моль су = 1 : 2,75 (бұл бізге қажетті қатынас), яғни осы екі кристаллогидрат салқындатылғаннан кейін жүйеде болады.

**Тексеру:**

$\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$

$x$  моль  $2x$  моль  $(0,5 - x)$   $3,5(0,5 - x)$

Су қосылғаннан кейінгі соңғы жүйеде болатын осы екі кристаллогидрат массаларының қосындысы:

$$162,5x + 18 \cdot 2x + 162,5(0,5 - x) + 18 \cdot 3,5(0,5 - x) = 101,95 + 4,5$$

Осы теңдікті шешу  $x = 0,23$  моль, яғни бұл –  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшері, сонда  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$  құрамындағы  $\text{FeCl}_3$  мөлшері  $0,5 - 0,23 = 0,27$  моль.

$\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$

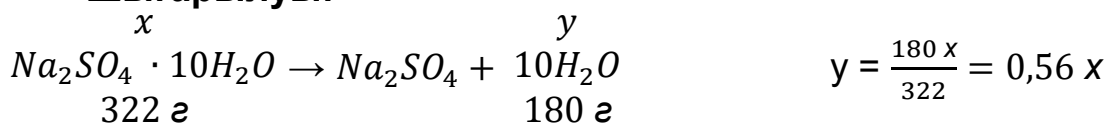
0,23 моль 0,46 моль 0,27 моль 0,945 моль

Сонда барлық су мөлшері  $0,46 + 0,945 = 1,4$  моль

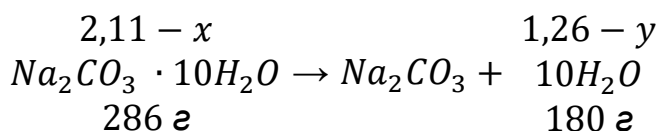
Сонымен, **жауабы:**  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидраты  $0,23$  моль немесе  $198,5 \text{ г/моль} \cdot 0,23 \text{ моль} = 45,655 \text{ г}$ ;  $\text{FeCl}_3 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидраты  $0,27$  моль немесе  $225,5 \text{ г/моль} \cdot 0,27 \text{ моль} = 60,885 \text{ г}$ .

**2.4.3** Глаубер тұзы ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) мен соданың ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )  $2,11 \text{ г}$  қоспасын толық сусыздандырғаннан кейін оның массасы  $0,85$  грамға дейін азайған. Кристаллогидраттардың бастапқы қоспасының массалық құрамын анықтау.

**Шығарылуы:**



$$2,11 - 0,85 = 1,26 \text{ г } \text{H}_2\text{O} \text{ жалпы кетті}$$



$$(2,11 - x) = \frac{(1,26 - y) \cdot 286}{180}$$

$$2,11 - x = (1,26 - 0,56x) \cdot 1,59$$

$$2,11 - x = 2 - 0,89x$$

$$2,11 - 2 = x - 0,89x$$

$$0,11 = 0,11x \qquad x = 1.$$

**Жауабы:**  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ г}$ .

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 1,11 \text{ г}$ .

**2.4.4** Массасы  $400 \text{ г}$   $60^\circ\text{C}$  –та қаныққан  $\text{KNO}_3$  ерітіндісінен  $20^\circ\text{C}$ –қа дейін салқындатқанда  $197,4 \text{ г}$  кристаллогидрат тұнбаға түсті, ал тұздың ерітіндідегі массалық үлесі  $31,6 \%$ –ға дейін төмендеді. Калий нитратының  $60^\circ\text{C}$  кезіндегі ерігіштік коэффициенті  $110 \text{ г} / 100 \text{ г}$  су екенін ескере отырып, кристаллогидрат формуласын табу.

**Шығарылуы:**  $60^\circ\text{C}$  кезінде  $\omega(\text{KNO}_3) = \frac{110}{210} = 0,5238$

$x$  (г) – тұнбаға түскен кристаллогидрат құрамындағы  $\text{KNO}_3$  массасы болсын.

$$60^\circ\text{C}: 0,5238 = \frac{m(\text{KNO}_3)}{400}; \quad m(\text{KNO}_3) = 209,5 \text{ г}$$

$$20^\circ\text{C}: 0,316 = \frac{209,5 - x}{400 - 197,4}; \quad x = 145,5 \text{ г}$$

$$M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{крист-т}) = 197,4 \text{ г};$$

$$m(\text{ондағы } \text{KNO}_3) = 145,5 \text{ г}; \quad \nu(\text{KNO}_3) = \frac{145,5}{101} = 1,44 \text{ моль}$$

$$m(\text{ондағы } \text{H}_2\text{O}) = 52 \text{ г}; \quad \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{52}{18} = 2,88 \text{ моль}$$

Сонымен, кристаллогидрат құрамындағы судың мөлшері тұздың мөлшерінен 2 есе артық, яғни формуласы  **$\text{KNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  болады (жауабы).

**2.4.5** Натрий карбонатының  $0^\circ\text{C}$  және  $100^\circ\text{C}$  кезіндегі 1 литр судағы ерігіштігі сәйкесінше 70 г және 455 г. Жүз градуста қаныққан ерітіндіні  $0^\circ\text{C}$ -қа дейін салқындатқанда 5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  кристаллогидраты тұнбаға түсу керек. Мұндай ерітіндіні дайындау үшін кристалдық сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  мен судың қандай массаларын алу керек?

#### Шығарылуы:

Сәйкес температуралар кезіндегі натрий карбонатының ерітіндідегі массалық үлестерін есептейміз:

$$0^\circ\text{C}: \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{70 \text{ г} \cdot 100 \%}{1070 \text{ г}} = 6,54 \% = 0,0654$$

$$100^\circ\text{C}: \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{455 \text{ г} \cdot 100 \%}{1455 \text{ г}} = 31,27 \% = 0,3127$$

Массасы 5 г кристаллогидрат құрамындағы тұз бен судың массаларын табамыз:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль}$$

$$\left. \begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{кр.}} &= \frac{106 \text{ г/моль} \cdot 5 \text{ г}}{286 \text{ г/моль}} = 1,85 \text{ г} \\ m(\text{H}_2\text{O})_{\text{кр.}} &= 3,15 \text{ г} \end{aligned} \right\} 5 \text{ г}$$

$x$  моль –  $0^\circ\text{C}$  кезінде ерітіндідегі  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  мөлшері,  $y$  моль –  $\text{H}_2\text{O}$  мөлшері.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1,85 + 106x}{1,85 + 106x + 3,15 + 18y} &= 0,3127 \quad (100^\circ\text{C}) \\ \frac{106x}{106x + 18y} &= 0,0654 \quad (0^\circ\text{C}) \end{aligned} \right.$$

Осы теңдіктердің шешуі:

$$106x = 6,9324x + 1,1772y$$

$$99,0676x = 1,1772y$$

$$y = 84,1553x$$

$$1,85 + 106x = 0,3127(5 + 106x + 18y)$$

$$1,85 + 106x = 1,5635 + 33,1462x + 5,6286y$$

$$72,8538x = 1,5635 + 5,6286 \cdot 84,1553x - 1,85$$

$$72,8538x = 1,5635 + 473,6765x - 1,85$$

$$1,85 - 1,5635 = 473,6765x - 72,8538x$$

$$0,2865 = 400,82x; \quad x = 0,000715; \quad y = 0,06$$

Ерітінді дайындау үшін алынады (**жауабы**):

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ г} + x \cdot 286 \text{ г/моль} = 5 + 0,2044 = 5,2044 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18y - 18x \cdot 10 = 1,083 - 0,1287 = 0,9543 \text{ г}$$

**Тексеру:**

Массасы 5,2044 г кристаллогидрат құрамында 1,93 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  болады. Түзілетін қаныққан ерітіндінің массасы ( $100^\circ\text{C}$ ):  $5,2044 + 0,9543 = 6,1587$  г. Сонда еріген натрий карбонатының массалық үлесі:

$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1,93 \text{ г} \cdot 100 \%}{6,1587 \text{ г}} = 31,27 \% = 0,3127$ , яғни есептің басында келтірілген мәнмен сәйкес келеді.

**2.4.6** Егер нәтижесінде ерітіндідегі тұздың массалық үлесі екі есе азайған болса, онда салқындатқанда 25 %-дық  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ерітіндісінің қандай массасынан 10 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  тұнбаға түседі?

**Шығарылуы:**  $x$  (г) – бастапқы ерітіндінің массасы болсын.

Бастапқы ерітіндідегі натрий карбонатының массалық үлесін табайық:  $0,25 = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{x}$ ;  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25x$ ;

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 106 + 180 = 286$  г/моль

286 г 56 кристаллогидратта - 106 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  бар

10 г \_\_\_\_\_  $x$  г

$x = 3,706$  г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  кристаллогидратпен бірге тұнбаға кетеді.

Кейінгі ерітіндідегі натрий карбонатының массалық үлесі:

$$0,125 = \frac{0,25x - 3,706}{x - 10};$$

$$0,125(x - 10) = 0,25x - 3,706$$

$$0,125x - 1,25 = 0,25x - 3,706$$

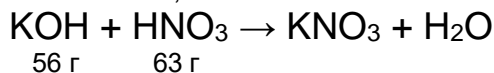
$$0,125x = 2,456; \quad x = 19,64 \text{ г (жауабы).}$$

**2.4.7** Азот қышқылының 40,3 мл 37,8 %-дық ерітіндісіне ( $\rho = 1,24$  г/мл) 33,6 %-дық КОН ерітіндісі толық бейтараптануға дейін қосылды. Егер  $0^\circ\text{C}$ -та қаныққан ерітіндідегі тұздың массалық үлесі 11,6 % болса, онда реакциядан кейінгі ерітіндіні осы температураға дейін салқындатқанда тұздың қандай массасы тұнбаға түседі?

**Шығарылуы:**

$$m_{\text{ерітінді } \text{HNO}_3} = 40,3 \text{ мл} \cdot 1,24 \text{ г/мл} = 50 \text{ г}$$

$$m_{\text{HNO}_3} = 0,378 \cdot 50 = 18,89 \text{ г}$$



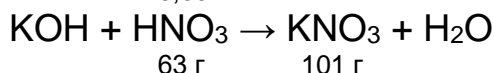
56 г      63 г

$$x = 16,79 \text{ г (KOH)}$$

$$m_{\text{ерітінді } \text{KOH}} = \frac{16,79 \text{ г}}{0,336} = 50 \text{ г.}$$

$$m_{\text{ерітінді жалпы}} = 100 \text{ г}$$

18,89 г       $x$  г



63 г      101 г



$x = 30,28$  г ( $\text{KNO}_3$ );  $0^\circ\text{C}$ -та еріген тұздың бір бөлігі тұнбаға түседі. Ерітіндіде қалатын тұз массасын  $m$  (г) деп алайық. Сонда тұнбаға түсетін тұз массасы  $(30,28 - m)$  г болады. Еріген тұздың массалық үлесі өрнегі арқылы есептеу жүргіземіз:

$$0,116 = \frac{m_{\text{KNO}_3}}{100 - (30,28 - m)};$$

$$0,116 \cdot (100 - (30,28 - m)) = m$$

$$11,6 - 3,51 + 0,116 m = m.$$

$$11,6 - 3,51 = 0,884 m$$

$$8,09 = 0,884 m; \quad m = 9,15 \text{ г } \text{KNO}_3 \text{ ерітіндіде қалады}$$

$$m_{\text{KNO}_3 \text{ тұнбаға түсетін}} = 30,28 - 9,15 = 21,13 \text{ г (жауабы)}$$

$$\text{Тексеру: } \omega = \frac{9,15 \text{ г}}{78,87 \text{ г}} = 0,116$$

$$m_{\text{тұнба түскеннен кейінгі ерітінді}} = 100 - 21,13 = 78,87 \text{ г.}$$

Екінші әдіспен шығаруға болады, онда  $m$  деп тұнбаға түсетін  $\text{KNO}_3$  массасын аламыз.

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Суда 37,5 г мыс купоросын ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) еріту арқылы алынған тұздың 20 %-дық ерітіндісіне 11,2 г темір қосылды. Реакция аяқталғаннан кейін алынған қоспаға 100 г 20 %-дық күкірт қышқылы ерітіндісі қосылды. Түзілген ерітіндідегі тұздың массалық үлесін табу (гидролиз процестерін ескермеу). Жауабы: 13,72 %

2) Суда 50 г мыс купоросын ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) еріту арқылы алынған тұздың 20 %-дық ерітіндісіне 14,4 г магний қосылды. Реакция аяқталғаннан кейін алынған қоспаға 146 г 25 %-дық тұз қышқылы ерітіндісі қосылды. Түзілген ерітіндідегі хлорсутегінің массалық үлесін табу (гидролиз процестерін ескермеу). Жауабы: 2,38 %

3) Массасы 182,5 г 20 %-дық тұз қышқылы ерітіндісіне 18,2 г кальций фосфиді салынды. Одан кейін алынған ерітіндіге 200,2 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  қосылды. Алынған ерітіндідегі натрий карбонатының массалық үлесін табу (гидролиз процестерін ескермеу). Жауабы: 5,97%

4) Калий және темір (III) қос сульфаты кристаллогидратының құрамын анықтау үшін осы тұздың 50,3 грамы алдымен толығымен сусызданғанша қыздырылды. Содан кейін тұз суда ерітілді, ерітінді екі бірдей бөлікке бөлінді. Оның бір бөлігіне барий нитраты ерітіндісі қосылды, бұл кезде 23,3 г тұнба түзілді. Ерітіндінің екінші бөлігіне аммиак ерітіндісі қосылды, алынған тұнба сүзілді және қыздырылды. Қыздырғаннан кейін қалған қалдықтың массасы 4 г болды. Бастапқы кристаллогидраттың формуласын анықтау. Жауабы:  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

5) Екі колба бар, оның біреуінде 4,17 г темір (II) сульфаты кристаллогидратын суда еріту арқылы алынған ерітінді, ал екіншісінде бром суы бар. Бром суына ерітінді түссізденгенше 336 мл (қ.ж.) күкірт (IV) оксиді жіберілді. Содан кейін екі колбаға да барий хлориді ерітіндісінің артық мөлшері қосылды, осы кезде екі колбадағы тұнба массалары бірдей болып шықты. Темір (II) сульфаты кристаллогидраты формуласын анықтау. Жауабы:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

6) Темір (II) сульфаты кристаллогидратының 55,6 грамын еріту арқылы алынған және күкірт қышқылымен қышқылдандырылған ерітіндіні титрлеуге 100 мл 0,4 М калий перманганаты ерітіндісі кетті. Реакция келесі схема бойынша жүреді:  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Кристаллогидрат құрамына қанша моль су кіреді? Жауабы: 7.

7) Белгісіз металл нитратының судағы ерітіндісін салқындатқанда 0,3 моль кристаллогидрат алынды. Бұл кристаллогидраттағы сусыз тұздың массалық үлесі 59,5 %, ал кристалдық судың массасы сусыз тұздың массасынан 22,8 грамға аз. Кристаллогидраттың формуласын табу. Жауабы:  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

## 2.5 «Белгісіз» затты анықтау, айналым схемаларын шешу

**2.5.1** Сары түсті қатты А заты түссіз және иіссіз Б газымен әрекеттесіп, өткір иісті түссіз В газын береді. В газы катализатор қатысында Б газының артық мөлшерімен әрекеттесіп, кәдімгі жағдайда қатты күйде болатын Д затын түзеді. Д затын суда еріткенде органикалық заттарды көмірлендіре алатын күшті минералды қышқыл түзіледі. А,Б,В,Д заттарын анықтап, тиісті реакция теңдеулерін жазу.

**Шешуі:** Алдымен есептің шартында келтірілген ерекше мәліметтерге көңіл аударайық. Сары түсті қатты зат күкірт болуы мүмкін. Жиі кездесетін иіссіз түссіз газдар – сутек, оттегі, азот, көмір қышқыл газы. Өткір иісті газ – күкірт диоксиді ( $\text{SO}_2$ ) немесе хлорсутек ( $\text{HCl}$ ) болуы мүмкін. Органикалық заттардың құрамындағы суды тартып алып, оларды көмірлендіретін минералды қышқыл – күкірт қышқылы. Осы мәліметтерді біріктіре талдай отырып, келесі қорытындыға келуге болады: сары түсті А заты – күкірт, түссіз иіссіз Б газы – оттегі, өткір иісті түссіз В газы – күкірт диоксиді ( $\text{SO}_2$ ), Д заты – күкірт триоксиді ( $\text{SO}_3$ ), ал органикалық заттарды көмірлендіретін минералды қышқыл – күкірт қышқылы ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

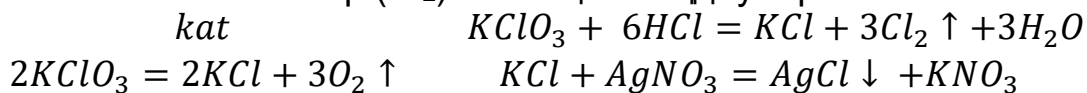
**Реакция теңдеулері:**



А тұзы катализатор қатысында термиялық жолмен ыдырағанда Б тұзы және жануды қолдайтын В газы түзілген. А тұзы тұз қышқылымен әрекеттескенде сары-жасыл Г газы және Б тұзы түзілген. В және Г

газдары өзара әрекеттеспейді. Б тұзы күміс нитраты ерітіндісімен әрекеттескенде ақ тұнба түзіледі. Белгісіз заттарды атау және барлық реакция теңдеулерін жазу.

**Шешуі:** Алдымен есептің шартында келтірілген ерекше мәліметтерге көңіл аударайық. Жануды қолдайтын бірден бір газ – оттегі, хлордан басқа сары-жасыл газ белгісіз, күміс нитратымен ақ тұнба беретін – хлорид иондары. Осы мәліметтерді біріктіре талдай келе, келесі қорытындыға келуге болады. А тұзы – калий хлораты ( $KClO_3$ ), Б тұзы – калий хлориді ( $KCl$ ), жануды қолдайтын В газы – оттегі ( $O_2$ ), сары-жасыл Г газы – хлор ( $Cl_2$ ). Реакция теңдеулері:

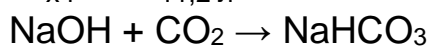


**2.5.2** Оттегі атмосферасында 6 г Х заты жандырылды. Осы кезде алынған қосылыс 38,57 мл 37 %-дық  $NaOH$  ерітіндісіне ( $\rho = 1,4$  г/мл) сандық мөлшерде сіңіріледі. Нәтижесінде түзілген ерітіндідегі натрий гидроксидінің массалық үлесі екі есе азаяды. Бұл ерітінді 11,2 л көмірқышқыл газын химиялық байланыстыра алады (қ.ж.). Х затын анықтау.

**Шығарылуы:**  $m_{ерітінді} = 38,57 \text{ мл} \cdot 1,4 \text{ г/мл} = 53,998 \text{ г} \approx 54 \text{ г}$

$$m(NaOH) = \frac{37\% \cdot 53,998 \text{ г}}{100\%} = 19,979 \text{ г} \approx 20 \text{ г}$$

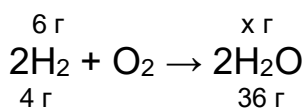
х г            11,2 л



40 г            22,4 л

х = 20 г.

Натрий гидроксидінің бастапқы массасы Х затының жану өнімі сіңірілгеннен кейін өзгермеген, яғни сіңірілген зат натрий гидроксидімен әрекеттеспейді. Ерітінді жай ғана сұйытылады, яғни Х затының жану өнімі – бұл су. **Жауабы:** Жанған зат – сутегі (Х – бұл  $H_2$ ).



4 г            36 г

х = 54 г.

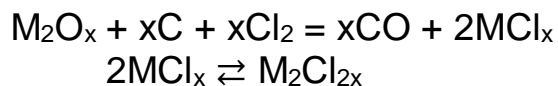
$$m_{ерітінді\ соңғы} = 54 + 54 = 108 \text{ г}$$

**Тексеру:**

**2.5.3** Қандай да бір жай зат пен металл оксидінің стехиометриялық қатты қоспасын құбырлы пешке салып, ол арқылы  $1000^\circ C$ -та қатты фаза толығымен жойылғанша хлор жіберілді. Хлордың артық мөлшерін бөліп алғаннан кейін А, В және С газдары қоспасының сутек бойынша тығыздығы 39,9 болды. А және В газдарының сапалық және сандық құрамдары бірдей. Қоспаны  $600^\circ C$ -қа дейін салқындатқанда В және С газдары (сутек бойынша тығыздығы 43,9), ал  $25^\circ C$ -қа дейін салқындатқанда кәдімгі жағдайда сілтімен әрекеттеспейтін С газы (сутек

бойынша тығыздығы 14,0) және қатты қалдық қалады. Қатты заттардың бастапқы қоспасының сапалық және сандық құрамын анықтау; жүретін реакциялардың теңдеулерін келтіру; көрсетілген температуралардағы газдар қоспасының құрамын көлемдік үлестермен көрсету. С газы сілтімен қалай және қандай жағдайларда әрекеттеседі?

**Шығарылуы:**



Температура 1000 °С кезінде қоспадағы А, В және С – бұл  $MCl_x$ ,  $M_2Cl_{2x}$  (себебі олардың сапалық және сандық құрамдары бірдей) және СО (себебі оның сутек бойынша тығыздығы 14-ке тең).

Температура 600 °С кезінде қоспадағы В және С – бұл димер  $M_2Cl_{2x}$  және СО.

$$M = 2 \cdot 43,9 = 87,8 \text{ г/моль.}$$

Реакция теңдеуі бойынша 1 моль димердің түзілуіне x моль СО сәйкес келеді, сонда:

$$28x((1 + x) + (2Ar(M) + 71x))(1+x) = 87,8$$

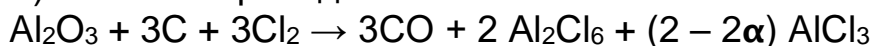
$$\text{Осыдан } Ar(M) = 43,9 - 5,6x$$

Таңдау тәсілімен  $x = 3$  кезінде  $Ar(M) = 27,1$  екені шығады, яғни бұл алюминийдің атомдық массасы.

Газдар қоспасының құрамы (көлемдік үлестермен):

$$\varphi(CO) = \frac{3}{4} \cdot 100 = 75 \%, \quad \varphi(Al_2Cl_6) = 25 \%$$

Температура 1000 °С кезіндегі қоспаның құрамын табайық. Бұл жағдайда алюминий хлоридінің димері де, мономері де түзіледі және  $(5 - \alpha)$  моль газ түзіледі:



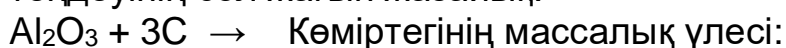
$\alpha$  мәнін табайық:

$$3 \cdot 28 ((5 - \alpha) + 267)(5 - \alpha) + (2 - 2\alpha) \cdot 133,5(5 - \alpha) = 79,8, \text{ осыдан } \alpha = 0,5$$

$$\text{Қоспа құрамы: } \varphi(CO) = \frac{3}{4,4} \cdot \frac{3}{4} \cdot 100 = 68,2 \%, \quad \varphi(Al_2Cl_6) = 13,6 \%,$$

$$\varphi(AlCl_3) = 18,2 \%$$

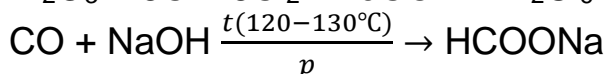
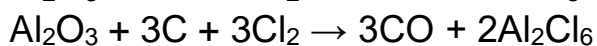
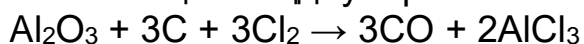
Енді бастапқы заттар қоспасының құрамын табайық. Реакция теңдеуінің сол жағын жазайық:



$$\omega(C) = \frac{12 \cdot 3}{(12 \cdot 3 + 102)} \cdot 100 \% = 26,1 \%,$$

$$\text{сонда } \omega(Al_2O_3) = 73,9 \%$$

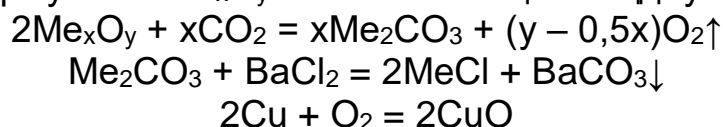
Реакция теңдеулері:



**2.5.4** Металдың оттегімен 32,9 г белгісіз қосылысына көмірқышқыл газының артық мөлшерімен әсер еткенде «А» қатты заты және «В» газы

түзілді. «А» заты суда ерітілді және барий нитраты ерітіндісінің артық мөлшері қосылды, бұл кезде 27,58 г тұнба түзілді. «В» газы қыздырылған мыс бар түтік арқылы өткізілді, нәтижесінде түтік массасы 6,72 грамға артты. Бастапқы қосылыстың формуласын табу.

**Шығарылуы:** Металдың оттекті қосылысы үстінен  $\text{CO}_2$  газын өткізгенде металл карбонаты, атап айтқанда, сілтілік металдың карбонаты түзілетіні есеп шартынан түсінікті, себебі тек сілтілік металдардың карбонаттары суда жақсы ериді және оттект бөлініп шығады. Бастапқы қосылыстың формуласы  $\text{Me}_x\text{O}_y$  болсын. Реакция теңдеулері:



Соңғы реакция бойынша қыздырылған мыс бар түтік массасының артуы реакцияға түскен оттект массасына тең, сондықтан:  $\nu(\text{O}_2) = 6,72/32 = 0,21$  моль.

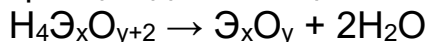
Екінші реакция бойынша  $\nu(\text{BaCO}_3) = 27,58/197 = 0,14$  моль =  $\nu(\text{Me}_2\text{CO}_3)$ , яғни  $\nu(\text{Me}) = 2 \cdot \nu(\text{Me}_2\text{CO}_3) = 0,28$  моль. Реакция теңдеуіндегі коэффициенттердің өзара қатынасы сәйкес зат мөлшерлерінің (моль) қатынасына тең, яғни бірінші теңдеуден келесі шығады:  $x/(y-0,5x) = 0,14/0,21$ , осыдан  $x:y = 1:2$ . Сондықтан оттекті қосылыстың қарапайым формуласы  $\text{MeO}_2$  деген қорытындыға келеміз.

$\nu(\text{MeO}_2) = \nu(\text{Me}) = 0,28$  моль болғандықтан, оттекті қосылыстың мольдік массасы келесіге тең:  $M(\text{MeO}_2) = 39,2/0,28 = 117,5$  г/моль, ал металдың атомдық массасы:  $M(\text{Me}) = 117,5 - 32 = 85,5$  г/моль. Бұл металл – рубидий, Rb. Қосылыстың формуласы –  $\text{RbO}_2$  (жауабы).

**2.5.5** Белгілі бір бинарлық қосылыстағы оттегінің массалық үлесі 47 %, ал молекуланың құрылысы – сызықты. Бұл зат құрамында 61,5 % оттегі бар небір қышқылдан судың екі молекуласының үзілуі арқылы алынады. Бұл қандай қосылыс? Оның құрылысын және алыну жолын көрсету.

**Шығарылуы:** Бинарлық қосылыстың формуласы  $\text{Э}_x\text{O}_y$  болсын. Сонда  $0,47 = \frac{16y}{A_r \cdot x + 16y}$ ; осыдан  $A_r = 18y/x$ ;

Қышқылдан осы қосылыстың түзілу схемасы:



Қышқылдың құрамындағы оттект элементінің массалық үлесі:

$$0,615 = \frac{16(y+2)}{4 + A_r \cdot x + 16(y+2)}; \quad A_r \text{ шамасының мәнін } 18y/x \text{ деп қойсақ, } x$$

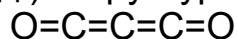
шамалары қысқарады да,  $y = 2$  болып шығады. Енді  $A_r = 18y/x$  өрнегіндегі  $x$  мәндерін таңдаймыз:

$x = 1$  болғанда  $A_r = 36$  (мұндай атомдық массасы бар элемент жоқ);

$x = 2$  болғанда  $A_r = 18$  (мұндай атомдық массасы бар элемент жоқ);

$x = 3$  болғанда  $A_r = 12$  (бұл – көміртек C);

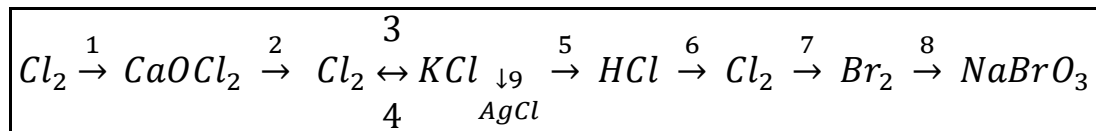
Жауабы: сонымен, бинарлық қосылыстың формуласы  $C_3O_2$  болып шықты (үшкөміртегінің диоксиді). Структуралық формуласы:



Қышқылдан алынуы:  $H_4C_3O_4 \rightarrow C_3O_2 + 2H_2O$  немесе

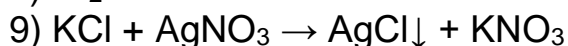
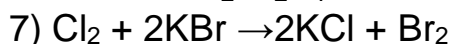
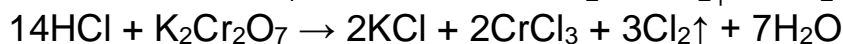
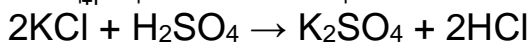
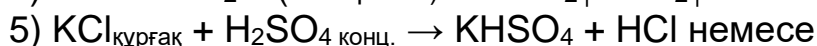
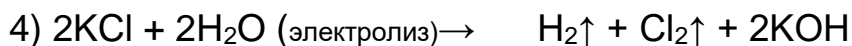
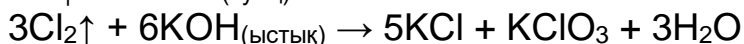
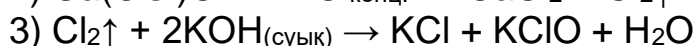
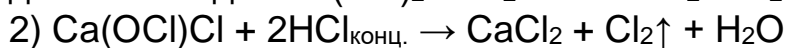


**2.5.6** Келесі өзгерістерді жүзеге асыратын химиялық реакция теңдеулерін жазу:

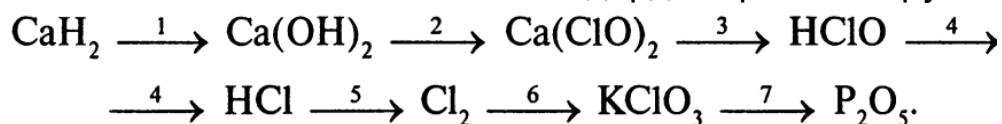


**Шешуі:**

1) Хлорды суық ізбес суы арқылы өткізгенде «хлорлы ізбес» немесе «ағартқыш ізбес» деп аталатын  $CaCl_2$  және  $Ca(OCl)_2$  тұздарының эквимольерлік қоспасы түзіледі. Оны тұз (HCl) және хлорлылау (HClO) қышқылдардың аралас тұзы деп санап, формуласын кейде  $Ca(OCl)Cl$  деп те жазады:  $Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$

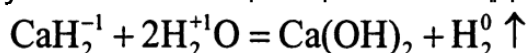


**2.5.7** Келесі схема бойынша айналымдарды жүзеге асыру:

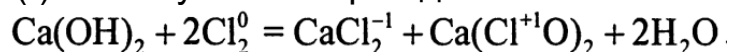


**Шешуі:**

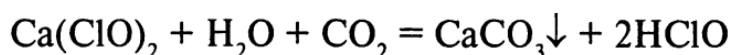
1) Кальций гидридін сумен немесе қышқылмен өңдейді:



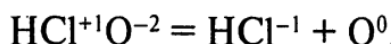
2) Хлор **салқын** (!) ізбес суына жіберіледі:



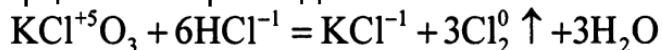
3) Әлсіз хлорлылау қышқыл кальций гипохлоритінен  $CO_2$  көмегімен ығыстырылады:



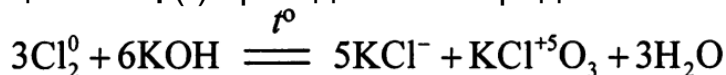
4) Хлорлылау қышқыл тұрақсыз және жарықта атом күйіндегі оттегінің бөлінуімен ыдырайды:



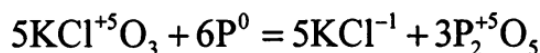
5) Тұз қышқылын тотықтырғыштардың біреуімен ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ) тотықтыру арқылы хлор алады:



6) Хлорды сілтінің **ЫСТЫҚ (!)** ерітіндісіне жібереді:



7) Калий хлораты (бертолле тұзы) – күшті тотықтырғыш, фосфорды тотықтырады:



### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

- 1)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3$ ;
- 2)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3$ ;
- 3)  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;
- 4)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO}$ ;
- 5)  $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3$ ;
- 6)  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}$ ;
- 7)  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ ;
- 8)  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ ;
- 9)  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}$ ;
- 10)  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$ ;
- 11)  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ;
- 12)  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ ;

Өз бетінше орындауға сонымен қатар А, Б, В және Г қосымшаларындағы тапсырмалар ұсынылады.

### 3 ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАР: ҚҰРАМЫ, ҚҰРЫЛЫСЫ, ҚАСИЕТТЕРІ

#### 3.1 Қосылыстардың формуласын анықтау

**3.1.1** Массасы 14,56 г қаныққан бір негізді карбон қышқылын 80 г суда ерітіп, концентрациясы 2,61 моль/л ( $\rho = 1,02$  г/мл) қышқыл ерітіндісі алынған. Карбон қышқылының формуласын анықтау.

**Шығарылуы:** Ерітіндінің көлемі:

$$V = \frac{m(\text{ер.})}{\rho(\text{ер.})} = \frac{14,56 \text{ г} + 80 \text{ г}}{1,02 \text{ г/мл}} = \frac{94,56 \text{ г}}{1,02 \text{ г/мл}} = 92,7 \text{ мл}$$

Молярлық концентрация ұғымының анықтамасы бойынша:

$$C_M = \frac{v}{V} = \frac{m}{V \cdot M} \quad \text{Осыдан: } m = C_M \cdot V \cdot M$$

Есептің шарты бойынша:

$$14,36 = 2,61 \cdot 0,0927 \cdot M$$

$$\text{Осыдан: } M = \frac{14,36}{2,61 \cdot 0,0927} \approx 60 \text{ г/моль}$$

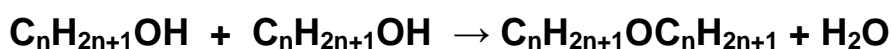
Қаныққан бір негізді карбон қышқылдарының гомологтық қатарының жалпы формуласы бойынша:  $M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 14n + 46 = 60$ . Осыдан:  $n=1$ . **Жауабы:** Карбон қышқылының формуласы –  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (этан қышқылы).

**3.1.2** Екі қаныққан екіншілік бір атомды спирттер қоспасын аздаған күкірт қышқылымен қосып қыздырғанда органикалық заттардың бір класына (тобына) жататын жалпы массасы 10,44 г, ал мольдік қатынастары бірдей үш органикалық заттың қоспасы алынған және 1,62 г су түзілген. Бастапқы заттар мен реакция өнімдерінің құрылымдарын анықтау.

**Шығарылуы:** Түзілген судың зат мөлшері:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,62 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,09 \text{ моль.}$$

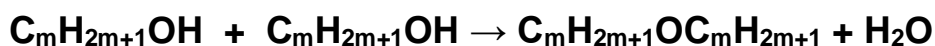
Спирттерді  $\text{H}_2\text{SO}_4$  қатысында қыздырғанда жай эфирлер түзіледі:



$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = (14n+18) \text{ г/моль}$$

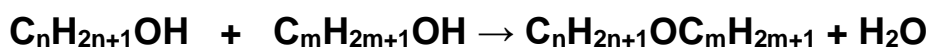
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OC}_n\text{H}_{2n+1}) = (28n+18) \text{ г/моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$



$$M(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}) = (14m+18) \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OC}_m\text{H}_{2m+1}) = (28m+18) \text{ г/моль}$$



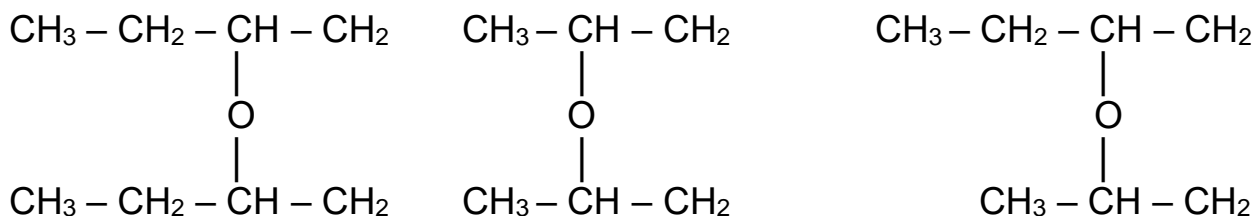
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OC}_m\text{H}_{2m+1}) = (14n+14m+18) \text{ г/моль}$$



Есептің шарты бойынша түзілген эфирлердің зат мөлшерлері бірдей, ал жалпы массасы 10,44 г екенін ескере отырып, математикалық теңдеу құрамыз:

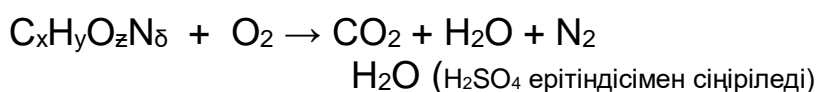
$$(28n+18) \cdot 0,03 + (28m +18) \cdot 0,03 + (14n+14m+18) \cdot 0,03 = 10,44$$

Бұдан:  $n + m = 7$ . Екіншілік спирттер  $n=3$  және  $m=4$  жағдайында (немесе керісінше) болуы мүмкін. Демек, бастапқы қоспада пропанол-2 мен бутанол-2 болған. Түзілген эфирлердің құрылым формулалары:



**3.1.3** Массасы 18,6 г белгісіз органикалық заттың жану өнімдері алдымен 100 г 98 %-дық күкірт қышқылы, содан кейін 200 г 50 %-дық натрий гидроксиді ерітіндісі арқылы өткізілді. Осы кезде күкірт қышқылының концентрациясы 87,3 %-ға, ал натрий гидроксидінің концентрациясы 1,58 %-ға дейін төмендеді және 2,24 л (қ.ж.) ауаның негізгі компоненті боп табылатын газ қалды. Белгісіз затты табу, оның қолданылуы туралы не білесіз?

**Шығарылуы:**



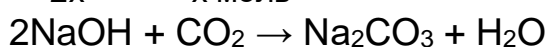
$$87,3 \% = \frac{98 \text{ г}}{m_{\text{ерітінді}}} \cdot 100 \%;$$

$$m_{\text{ерітінді}} = \frac{98}{0,873} = 112,257 \text{ г (су оған сіңірілгеннен кейін)}$$

$$\text{Яғни, түзілген } H_2O \text{ массасы: } 112,256 - 100 = 12,256 \text{ г.}$$

$$m(\text{NaOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,5 = 100 \text{ г.}$$

$2x$                        $x$  моль



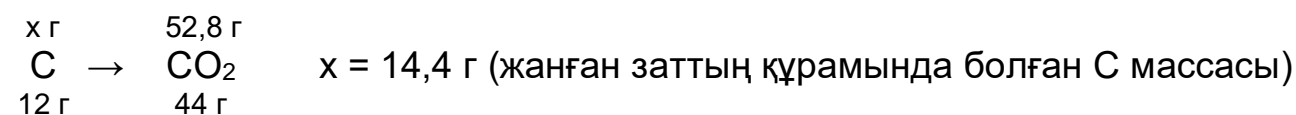
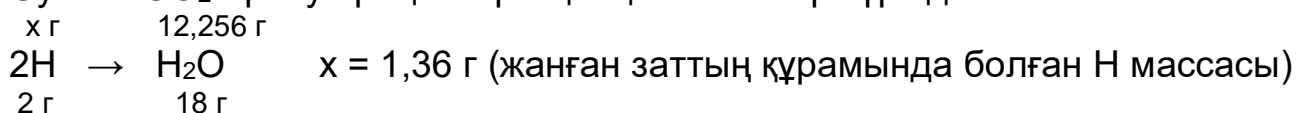
$$(200 + 44x) \cdot 0,0158 = 100 - 80x$$

$$3,16 + 0,6952x = 100 - 80x$$

$$80,6952x = 96,84; \quad x = 1,2 \text{ моль немесе } 52,8 \text{ г (CO}_2\text{)}$$

Ауаның компоненті -  $N_2$ ,  $v = 2,24 : 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}$  (немесе 2,8 г).

Су мен  $CO_2$  түзілу процестерін қысқа схемалар түрінде жазамыз:



Элементтер (С, Н және N) массаларының қосындысы = 1,36 + 14,4 + 2,8 = 18,6 г, яғни оттегі элементі жанған заттың құрамында болған жоқ.

Сондықтан оның құрамын  $C_xH_yN_z$  деп белгілейік. Атомдар санын табу формуласын пайдаланып, формуладағы индекстерді табамыз:

$$x : y : z = \frac{14,4}{12} : \frac{1,36}{1} : \frac{2,8}{14} = 1,2 : 1,36 : 0,2 = 6 : 7 : 1$$

**Жауабы:**  $C_6H_7N$  немесе  $C_6H_5NH_2$

**3.1.4** Көміртек (II) оксиді мен алкеннің (жалпы формуласы  $C_nH_{2n}$ ) қоспасында алкеннің көлемдік үлесі 40, ал массалық үлесі – 50 %. Қоспадағы алкенді табу.

**Шығарылуы:**

Көміртек (II) оксидінің көлемдік үлесі 60 % және массалық үлесі 50 % болады және олар үшін келесі өрнектер жазылады:

$$\frac{V(CO)}{V(CO) + V(C_nH_{2n})} = 0,6; \quad \frac{m(CO)}{m(CO) + m(C_nH_{2n})} = 0,5; \quad M_{алкен} = 14n;$$

$$m(CO) = \nu_{CO} \cdot 28; \quad \frac{\nu_{CO}}{\nu_{CO} + \nu_{алкен}} = 0,6$$

$$\nu_{CO} = 0,6 (\nu_{CO} + \nu_{алкен}); \quad \nu_{CO} = 0,6 \nu_{CO} + 0,6 \nu_{алкен}$$

$$0,4\nu_{CO} = 0,6 \nu_{алкен}; \quad \nu_{CO} = 1,5 \nu_{алкен}$$

Көміртек (II) оксидінің массалық үлесін көрсететін өрнекке  $m(CO)$  мәнін қоямыз және алкеннің массалық үлесі өрнегін жазамыз:

$$\frac{28 \cdot \nu_{CO}}{28 \nu_{CO} + 14n \nu_{алкен}} = 0,5; \quad \frac{14n \nu_{алкен}}{28 \nu_{CO} + 14n \nu_{алкен}} = 0,5$$

$$28\nu_{CO} = 14\nu_{CO} + 7n \cdot \nu_{алкен}$$

Екі газдың массалық үлестері тең болғандықтан, олардың өрнектерін теңестіреміз:

$$\frac{28 \nu_{CO}}{28 \nu_{CO} + 14n \nu_{алкен}} = \frac{14n \nu_{алкен}}{28 \nu_{CO} + 14n \nu_{алкен}}; \quad \frac{2 \nu_{CO}}{2 \nu_{CO} + n \nu_{алкен}} = \frac{n \cdot \nu_{алкен}}{2 \nu_{CO} + n \cdot \nu_{алкен}}$$

$$2\nu_{CO} = n\nu_{алкен}$$

$$2 \cdot 1,5\nu_{алкен} = n\nu_{алкен}$$

$$3\nu_{алкен} = n\nu_{алкен}$$

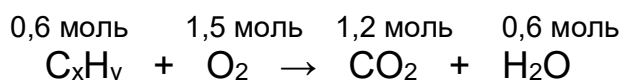
$$n = 3; \quad \text{Жауабы: } C_3H_6$$

**3.1.5** Көлемі 6 л белгісіз газдың толық жануына 15 л оттегі жұмсалады, бұл кезде 12 л көміртек (IV) оксиді және 6 л су буы түзледі (барлық көлемдер бірдей жағдайда өлшенген). Газдың формуласын табу.

**Шығарылуы:**

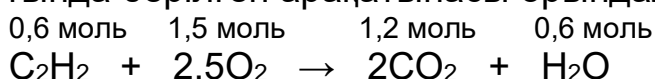
Реакциядағы газдардың көлемдері олардың моль сандарына, яғни мөлшерлеріне пропорционал болғандықтан есептің шартында берілген көлем мәндерін моль сандары ретінде қарастыра беруге болады.

Мысалы, 12 л немесе 12 моль  $\text{CO}_2$  түзілсе, жанып кеткен заттың құрамында 12 моль С болғаны (бірақ моль сандарын 10 есе азайтып алайық):



Осы теңдеу бойынша оң жақтағы заттардың құрамында барлығы 3 моль оттегі атомдары ( $\text{CO}_2$  құрамында  $2 \cdot 1,2 \text{ моль} = 2,4 \text{ моль}$  және су құрамында 0,6 моль) бар, ал реакция үшін алынған 1,5 моль  $\text{O}_2$  құрамында да 3 моль оттегі атомдары болады. Бұдан жанып кеткен заттың құрамында оттегі атомдары болған жоқ деген қорытынды жасаймыз, яғни жоғарыда келтірілген теңдеу қала береді. Егер 1,2 моль  $\text{CO}_2$  түзілген болса, онда жанып кеткен заттың құрамында да 1,2 моль С атомдары болу керек. Ол үшін  $x$  индексінің орнына 2-ні қою керек. Түзілген су мөлшері 0,6 моль болса, онда жанып кеткен заттың құрамында 1,2 моль Н атомдары болу керек. Ол үшін  $y$  индексінің орнына да 2-ні қою керек. Сонымен, жанған газ – ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$  (жауабы).

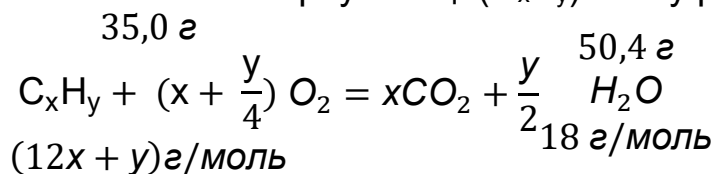
Теңдеуге индекстер мен коэффициенттерді қойғанда моль сандарының және соған сәйкес газ көлемдерінің бастапқы, есептің шартында берілген арақатынасы орындалады:



**3.1.6** Массасы 35,0 г көмірсутек жанғанда 50,4 г су түзілген. Көмірсутектің молекулалық формуласын және түзілген көмір қышқыл газының массасын табу.

**Шығарылуы:**

Белгісіз көмірсутектің ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) жану реакциясының теңдеуі:



Түзілген судың зат мөлшері:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{50,4 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 2,8 \text{ моль.}$$

Әрекеттескен көмірсутектің зат мөлшерін реакция теңдеуі бойынша пропорция құрып табамыз:

$\begin{array}{l} 1 \text{ моль } \text{C}_x\text{H}_y - 0,5 y \text{ моль } \text{H}_2\text{O} \\ x \text{ моль } \text{C}_x\text{H}_y - 2,8 \text{ моль } \text{H}_2\text{O}. \end{array}$	Осыдан: $y(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{2,8}{0,5y} \text{ моль.}$
--	--

Сонымен қатар:

$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{m(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{C}_x\text{H}_y)} = \frac{35,0}{(12x+y)} \text{ моль}$$

Демек:  $\frac{2,8}{0,5y} = \frac{35,0}{(12x+y)}$  Осыдан:  $16x = 7y$  немесе  $x:y = 7:16$ .



$$M(\text{Br}_2) = 160 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 14n \text{ г/моль};$$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{0,32}{160} = 0,002 \text{ (моль)}.$$

Бірінші реакция теңдеуінен шығады:

$$x = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \frac{0,002 \cdot 1}{1} = 0,002 \text{ (моль)}.$$

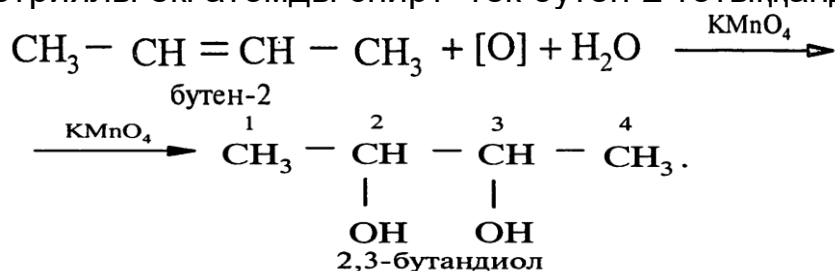
Алкеннің мольдік массасын және формуласын табамыз:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \frac{m(\text{C}_n\text{H}_{2n})}{n(\text{C}_n\text{H}_{2n})} = \frac{0,112}{0,002} = 56 \text{ (г/моль)};$$

$$14n = 56;$$

$$n = 4.$$

Молекуладағы көміртек атомы сандарының мұндай мәніне (*цис*-, *транс*-изомерияны ескергенде) төрт алкен сәйкес келеді, бірақ симметриялы екі атомды спирт тек бутен-2 тотыққанда түзіледі:



**Жауабы:** бутен – 2

**3.1.9** Зат буының тығыздығы (қ.ж.) 2,5 г/дм<sup>3</sup>, ал ондағы С және Н элементтері атомдарының массалық үлестері сәйкесінше 86,71 % және 14,29 %. Заттың молекулалық формуласын табу.

**Шығарылуы:** Заттың формуласын C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> деп белгілейік. Заттың құрамындағы элементтің массалық үлесін есептеу формуласы:

$$w(\text{Э}) = \frac{N(\text{Э}) \cdot A_r(\text{Э})}{M_r(\text{зат})}$$

Осыдан зат құрамындағы элемент атомдары санын анықтау формуласы шығады:

$$N(\text{Э}) = \frac{M_r(\text{зат}) \cdot w(\text{Э})}{A_r(\text{Э})}$$

Заттың молекулалық формуласы келесідей есептеледі:

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = \rho(\text{C}_x\text{H}_y) \cdot V_m = 2,5 \cdot 22,4 = 56 \text{ (г/моль)};$$

$$M_r = 56.$$

Элемент атомдарының санын есептейміз:

$$N(\text{C}) = \frac{M_r \cdot w(\text{C})}{A_r(\text{C})} = \frac{56 \cdot 0,8571}{12} = 4$$

$$N(\text{H}) = \frac{M_r \cdot w(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{56 \cdot 0,1429}{1} = 8$$

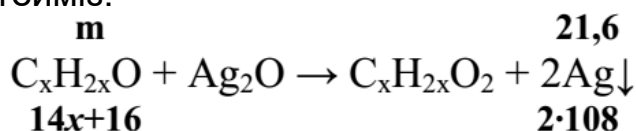
**Жауабы:** заттың формуласы:  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

**3.1.10** Қаныққан біратомды спирт құрамында сәйкес альдегид қоспасы бар. Егер осындай спирттің 50,4 граммын жаққанда 49,28 л (қ.ж.) көміртек диоксиді, ал үлгінің дәл осындай мөлшерін күміс оксидімен өңдегенде 21,6 г тұнба түзілетін болса, альдегидті және оның спирттегі массалық үлесін табу.

**Шығарылуы:**  $\text{CO}_2$  мөлшері:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{49,28}{22,4} = 2,2 \text{ моль}$$

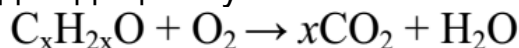
Тұнбаның массасы бойынша альдегидтің массасы мен мөлшерін есептейміз:



$$n(\text{Ag}) = \frac{21,6}{108} = 0,2 \text{ моль}; \quad n(\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}) = \frac{1}{2}n(\text{Ag});$$

$$n(\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}) = 0,1 \text{ моль}; \quad m(\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}) = 0,1 \cdot (14x + 16) = 1,4x + 1,6 \text{ (г)}$$

Альдегидтің жану схемасы:

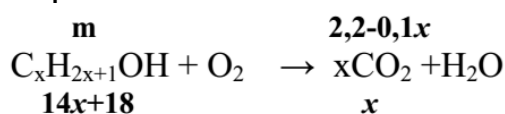


Альдегид жанғанда түзілген  $\text{CO}_2$  мөлшері:

$$n(\text{CO}_2) = x n(\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}) = 0,1x \text{ (моль)}$$

Сонда спирт жанғанда түзілетін спирт мөлшері  $(2,2 - 0,1x)$  моль болады.

Спирт массасын есептейміз:



$$m(\text{C}_x\text{H}_{2x+1}\text{OH}) = \frac{(14x+18) \cdot (2,2-0,1x)}{x} \text{ (г)}$$

$$m(\text{C}_x\text{H}_{2x+1}\text{OH}) + m(\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}) = 50,4 \text{ (г)}$$

$$\frac{(14x+18) \cdot (2,2-0,1x)}{x} + 1,4x + 1,6 = 50,4$$

$$30,8x - 1,4x^2 + 39,6 - 1,8x + 1,4x^2 + 1,6x - 50,4x = 0$$

$$19,8x = 39,6$$

$$x = 2$$

Осыдан спирт этанол  $C_2H_5OH$ , ал альдегид этаналь  $C_2H_4O$  екені шығады.

$$m(C_2H_4O) = 1,4x + 1,6 = 1,4 \cdot 2 + 1,6 = 4,4 \text{ г}$$

$$\omega(C_2H_4O) = \frac{4,4}{50,4} \cdot 100\% = 8,73\%$$

**3.1.11** Құрамында 11,57 % (масс.) азоты бар органикалық қосылыс **X** органикалық синтезде көбінесе негіз ретінде қолданылады. Осы қосылыс жарықта хлормен әрекеттескенде екі монохлортуындысының қоспасы түзіледі, темір (III) бромиді қатысында броммен реакциясы кезінде бір ғана монобромтуынды түзіледі, ал қышқылдандырылған ыстық калий перманганаты ерітіндісімен тотығуы газдың түзілуінсіз жүреді.

1 X қосылысының структурасын анықтау және систематикалық атауын келтіру.

2 Сипатталған барлық реакциялардың теңдеулерін жазу.

3 X қосылысының тұз қышқылымен реакциясының теңдеуін келтіру.

#### **Шығарылуы:**

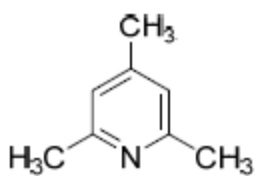
1. X затының сипатталған қасиеттерінен ол ароматты сипаттағы зат деген болжам жасауға болады. Молекулада бір азот атомы бар дей отырып, X затының мольдік массасын есептейік:

$$M(X) = 14 / 0,1157 = 121 \text{ г/моль.}$$

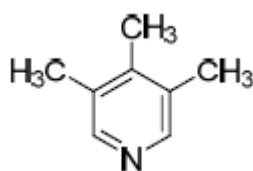
Азоттың мольдік массасын алып тастағанда қалатын 107 г/моль шамасы  $C_8H_{11}$  қалдығына сәйкес келеді. Сонымен, X затының брутто-формуласы –  $C_8H_{11}N$ . Белгісіз X затының жарықта хлормен әрекеттесу фактісі оның молекуласында ароматтық жүйемен байланысқан бүйір алкил топтарының бар екенін көрсетеді және кем дегенде олар екеу, себебі екі монохлортуынды түзіледі.

Қышқылдандырылған калий перманганаты ерітіндісімен тотыққанда газ түзілмейтіндіктен алкил топтары – бұл метил топтары немесе ұзындығы үш не одан көп көміртек атомы болатын қалыпты құрылысты радикалдар (карбон қышқылдарына дейін тотығады) деген қорытынды жасауға болады. Молекулада ароматтық ядромен байланысқан этил немесе изопропил топтарының болуы көмірқышқыл газының түзілуіне әкелер еді. Бір ғана монобромтуындының түзілуі X затының ароматтық жүйесіндегі орын басу реакциялары үшін пайдаланылатын барлық бос орындар эквивалентті деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Брутто-формуланан талдау X қосылысы – не анилин, не пиридин туындысы екенін көрсетеді. Бірақ анилиннің бірде бір туындысы есеп шарттарын қанағаттандырмайды. Пиридин туындыларынан есеп шарттарына 2,4,6-триметилпиридин (симм-коллидин ретінде белгілі) және 3,4,5-триметилпиридин сәйкес келеді. Соңғысы орто-орынға нашар бромдалады, бірақ формальді түрде сәйкес келеді:

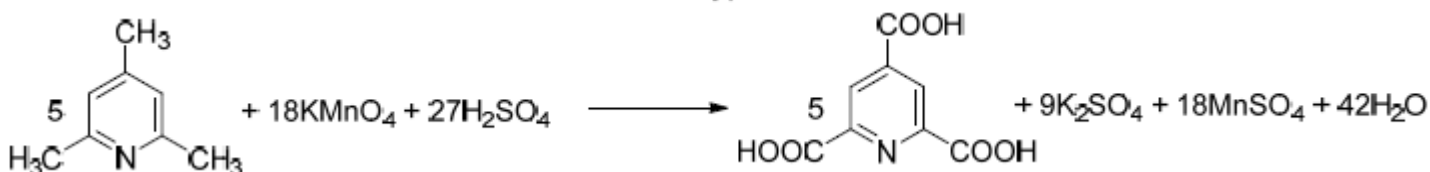
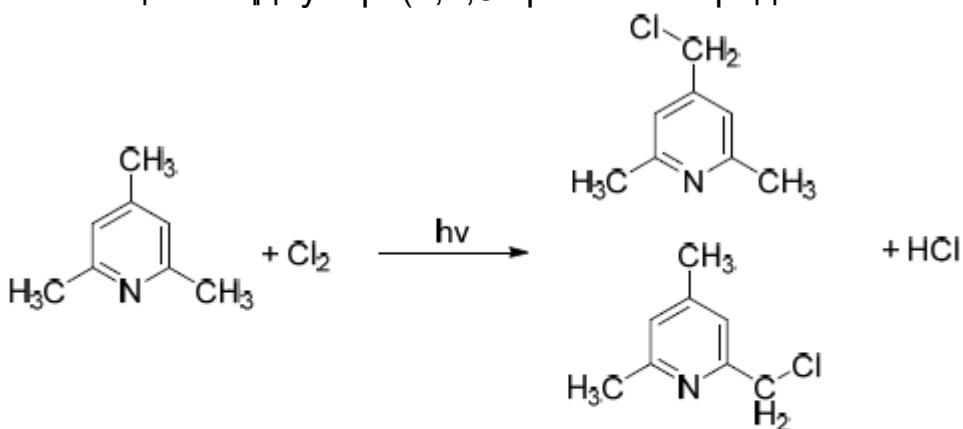


2,4,6-триметилпиридин

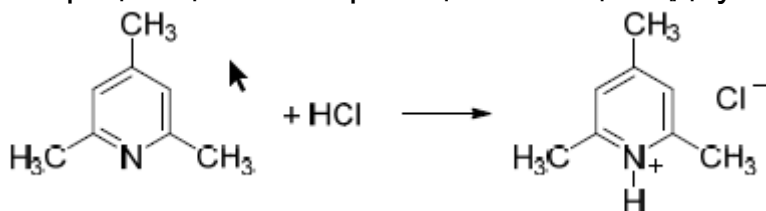


3,4,5-триметилпиридин

2. Реакция теңдеулері (2,4,6-триметилпиридин мысалында):



3 Тұз қышқылымен реакциясының теңдеуі:



### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Массасы 12,6 г қаныққан монокарбон қышқылының калий тұзын калий гидроксидімен қосып балқытқанда 2,24 л (қ.ж.) газ бөлініп шықты. Бөлінген газдың формуласын табу (жауабы: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>).

2) Массасы 28,8 г қаныққан монокарбон қышқылының натрий тұзын натрий гидроксидімен қосып балқытқанда 70 %-дық шығыммен 4,704 л (қ.ж.) газ бөлініп шықты. Бөлінген газдың формуласын табу (жауабы: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>).



3) Егер 0,80 моль қышқыл тұз және 22,08 г орта тұз түзілген болса, онда көлемі 20,85 мл гексан ( $\rho = 0,66 \text{ г/см}^3$ ) жанғанда бөлінген газды сіңіру үшін MeOH құрамды қай сілті пайдаланылды? (жауабы: KOH).

4) Бір гомологтық айырмаға ерекшеленетін екі алканның қоспасында көміртек элементінің массалық үлесі - 82,35 %. Алкандардың қоспадағы химиялық мөлшерлері бірдей. Алкандарды анықтау (жауабы:  $C_3H_8$ ;  $C_4H_{10}$ ).

5) Көлемі 6,72 л (қ.ж.) алкан мен алкен қоспасы бром суының артық мөлшері арқылы жіберілді. Нәтижесінде қоспа көлемі 1/3-ке, ал масса 5,6 грамға азайды. Алкен формуласын табу (жауабы:  $C_4H_8$ ).

6) 2-аминпропан қышқылы және алканолдан түзілген күрделі эфирдегі оттегі элементі атомдарының массалық үлесі 0,2735. Эфирдің формуласын табу (жауабы: аланиннің этил эфирі).

## 3.2 Органикалық заттардың қоспалары

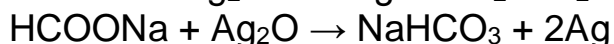
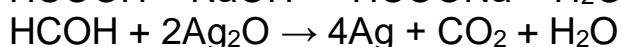
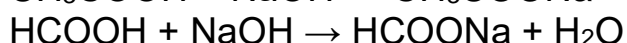
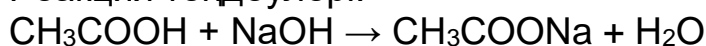
**3.2.1** Массасы 1,82 г формальдегид ерітіндісінің сірке және құмырсқа қышқылдарымен қоспасы натрий гидроксидінің 18,9 мл 6 %-дық ерітіндісімен (тығыздығы 1,06 г/мл) толығымен әрекеттесе алады. Бұл кезде алынған ерітінді күміс нитратының сулы-аммиакты ерітіндісінің артық мөлшерімен қосып қыздырғанда 8,64 г тұнба түзеді. Бастапқы қоспадағы компоненттердің мольдік үлестерін табу.

### Шығарылуы:

$m_{\text{ерітінді}} \text{ NaOH} = 18,9 \cdot 1,06 = 20,034 \text{ г.}$

$m(\text{NaOH}) = 20,034 \cdot 0,06 = 1,2 \text{ г (0,03 моль)}$

Реакция теңдеулері:



$\nu(\text{HCOOH}) = x \text{ моль}; \quad \nu(\text{CH}_3\text{COOH}) = y \text{ моль}; \quad \nu(\text{HCOH}) = z \text{ моль}$   
болсын.

Натрий гидроксидімен жүретін реакциялардан шығады:

$$x + y = 0,03; \quad x = 0,03 - y$$

Күміс оксидімен жүретін реакциялардан шығады:

$$2x + 4z = 8,64/108 = 0,08; \quad 2(0,03 - y) + 4z = 0,08;$$

$$4z = 0,08 - 2(0,03 - y)$$

$$\text{Қоспа массасы: } 46x + 60y + 30z = 1,82;$$

$$46(0,03 - y) + -0y + 30 \cdot \left(\frac{0,08 - 2(0,03 - y)}{4}\right) = 1,82$$

$$1,38 - 46y + 60y + 7,5(0,08 - 0,06 + 2y) = 1,82$$

$$1,38 - 46y + 60y + 0,6 - 0,45 + 15y = 1,82$$

$$29y = 0,29; y = 0,01; x = 0,03 - 0,01 = 0,02$$

$$z = \frac{0,08 - 0,06 + 2 \cdot 0,01}{4} = \frac{0,04}{4} = 0,01 \text{ моль}$$

**Жауабы:**

$$N(\text{НСООН}) = \frac{0,02}{0,01 + 0,02 + 0,01} = 0,5; N(\text{СН}_3\text{СООН}) = \frac{0,01}{0,04} = 0,25;$$

$$N(\text{НСОН}) = \frac{0,01}{0,04} = 0,25$$

**3.2.2** Пропен мен сутегінен тұратын газ қоспасының сутек бойынша тығыздығы 11-ге тең. Қоспа платина катализаторы бар жабық ыдысқа толтырылды. Тепе-теңдік орнау моментіне сутегінің 30 %-ы әрекеттесті. Соңғы қоспадағы пропанның массалық үлесін табу.

**Шығарылуы:**

$M_{\text{(қоспа)}} = 11 \cdot 2 = 22$ ; Қоспаның жалпы мөлшерін 1 моль деп алайық. Қоспада  $x$  моль  $\text{C}_3\text{H}_6$  болсын дейік, сонда  $\text{H}_2$  мөлшері  $(1-x)$  моль болады.

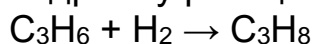
$$M(\text{C}_3\text{H}_6) = 42; M(\text{H}_2) = 2;$$

$$M_{\text{орташа}} = 42 \cdot x + 2(1-x) = 22$$

$$42x + 2 - 2x = 22$$

$$40x = 20; x = 0,5 \text{ моль}$$

Бастапқы қоспада 0,5 моль пропен және 0,5 моль  $\text{H}_2$  болған. Гидрлену реакциясының теңдеуі:

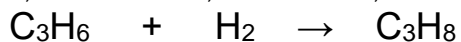


$$0,5 \text{ моль } \text{H}_2 - 100 \%$$

$$x \text{ моль} - 30 \%$$

$$x = 0,15 \text{ моль } \text{H}_2 \text{ реакцияға түсті.}$$

$$0,15 \text{ моль} \quad 0,15 \text{ моль} \quad 0,15 \text{ моль}$$



Соңғы қоспада:	0,15 моль түзілген $\text{C}_3\text{H}_8$	6,6 г	}	22 г
	0,35 моль қалған $\text{H}_2$	0,7 г		
	0,35 моль қалған $\text{C}_3\text{H}_6$	14,7 г		

$$22 \text{ г} - 100 \%$$

$$6,6 \text{ г} - x$$

$$x = 30 \% \text{ } \text{C}_3\text{H}_8 \text{ (жауабы).}$$

**3.2.3** Екі органикалық заттың қоспасы жанғанда тек көмірқышқыл газы және су түзіледі. Жану өнімдерінің жалпы массасы 32 г, ал ондағы сутегінің массалық үлесі – 5 %. Бастапқы қоспадағы көміртегінің массалық үлесі 40 % екенін біле отырып, оның сапалық және сандық құрамын анықтау.

**Шығарылуы:**  $\text{СНО?} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

1) Жану өнімдеріндегі сутегінің массасы:

$$m(\text{H}) = 0,05 \cdot 32 = 1,6 \text{ г}$$

2) Түзілген  $\text{H}_2\text{O}$  және  $\text{CO}_2$  массалары:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot 1,6}{2} = 14,4 \text{ г } (\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{CO}_2) = 32 - 14,4 = 17,6 \text{ г } (\text{CO}_2)$$

3) Жану өнімдеріндегі С массасы:

$$m(\text{C}) = \frac{17,6 \cdot 12}{44} = 4,8 \text{ г}$$

4) Басты қоспаның массасы:

$$4,8 \text{ г} - 40 \%$$

$$x \text{ г} - 100 \%$$

$$m_{\text{бастапқы қоспа}} = \frac{4,8}{0,4} = 12 \text{ г}$$

5) 12 г бастапқы қоспа  $\rightarrow$  32 г жану өнімдері

$$32 - 12 = 20 \text{ г } \text{O}_2 \text{ реакцияға түсті}$$

6) Реакцияға түскен  $\text{O}_2$  массасын жану өнімдеріндегі О элементі массасымен салыстырамыз:

$$32 \text{ г} - (1,6 \text{ г } \text{H} + 4,8 \text{ г } \text{C}) = 25,6 \text{ г } (\text{O})$$

$$25,6 - 20 = 5,6 \text{ г } \text{O} \text{ бастапқы қоспаның құрамына кірген}$$

7) Жауабы: Бастапқы қоспаның сапалық құрамы: С,Н,О.

$$\text{Сандық құрамы: } \frac{4,8 \cdot 100}{12} = 40 \% \text{ С;}$$

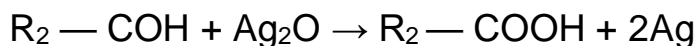
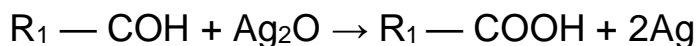
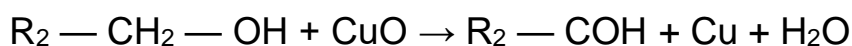
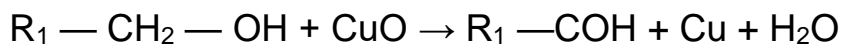
$$\frac{1,6 \cdot 100}{12} = 13,3 \% \text{ Н; } \frac{5,6 \cdot 100}{12} = 46,7 \% \text{ О}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{20 \text{ г} \cdot 100 \%}{108 \text{ г}} = 18,5 \% \text{ (2 есе азаяды)}$$

**3.2.4** Массасы 1,88 г қаныққан бір атомды екі спирт қоспасы массасы 4 г мыс (II) оксидімен әрекеттескенде альдегидтер қоспасы алынды. Содан кейін алынған альдегидтер қоспасына күміс оксидінің (аммиактағы) артық мөлшерімен әсер еткенде массасы 10,8 г күміс алынды. Бастапқы спирттердің құрамы мен мөлшерін анықтау.

#### Шығарылуы:

Реакция теңдеулерін жалпы түрде жазамыз:



Мыс оксидінің жалпы мөлшері  $\nu(\text{CuO}) = \frac{4 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$ , яғни екі спирттің және соған сәйкес  $\text{CH}_2 - \text{OH}$  топтарының мөлшері – **0,05 моль**.

$$M(\text{CH}_2 - \text{OH} \text{ топтары}) = 31 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{CH}_2 - \text{OH} \text{ топтары}) = 31 \cdot 0,05 = 1,55 \text{ г}$$

$$m(\text{R}_1 + \text{R}_2) = 1,88 - 1,55 = 0,33 \text{ г}$$

$$M_{\text{орташа}} (R_1 + R_2) = \frac{0,33 \text{ г}}{0,05 \text{ моль}} = 6,6 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{орташа}} (\text{екі спирттің}) = \frac{1,88 \text{ г}}{0,05 \text{ моль}} = 37,6 \text{ г/моль}$$

$R_1$  – бұл H, ал  $R_2$  – бұл  $\text{CH}_3$  деп алайық, сонда  $M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}$ ;  $M(\text{CH}_3) = 15 \text{ г/моль}$ .

$x$  – бұл 1-ші,  $(0,05-x)$  – 2-ші спирттің моль саны болсын.

$$6,6 = \frac{1 \cdot x + 15(0,05-x)}{x + (0,05-x)}; \quad \text{Осы теңдеуді шешу } x = 0,03 \text{ моль екенін береді,}$$

яғни  $\nu(\text{CH}_3 - \text{OH}) = 0,03 \text{ моль}$

$$\nu(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}) = 0,02 \text{ моль}$$

Екі спирт массаларының қосындысы 1,88 г болады.

Сонымен, **жауабы:**  $\text{CH}_3 - \text{OH}$  және  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

**3.2.5** Фенол мен акрил қышқылы қоспасы 86,6 мл ( $\rho = 1,02 \text{ г/мл}$ ) 15 %-дық натрий гидрокарбонаты ерітіндісімен әрекеттескенде 2,44 л газ ( $25^\circ\text{C}$  және 1 атм) бөлінген. Сол қоспа құрамында 64 г бром бар бром суымен әрекеттесе алады. Бастапқы қоспадағы заттардың массалық үлестерін анықтау.

**Шығарылуы:** Реакцияға түскен натрий гидрокарбонатының зат мөлшері:

$$\nu(\text{NaHCO}_3) = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = \frac{86,6 \text{ мл} \cdot 1,02 \text{ г/мл} \cdot 0,15}{84 \text{ г/моль}} = 0,1577 \text{ моль.}$$

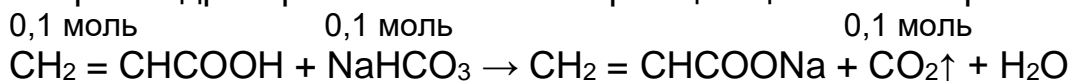
Бөлінген көмір қышқыл газының зат мөлшері:

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 2,44}{8,31 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль.}$$

Реакцияға түскен бромның зат мөлшері:

$$\nu(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{64 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль.}$$

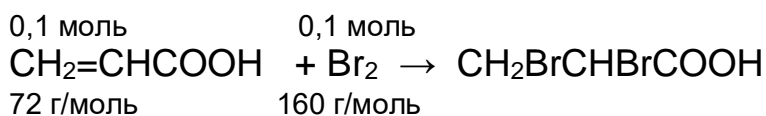
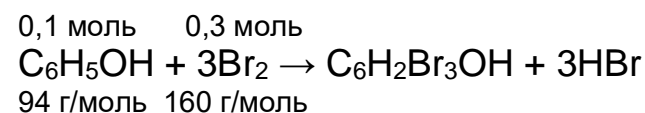
Натрий гидрокарбонатымен тек акрил қышқылы ғана әрекеттеседі:



Бастапқы қоспаның құрамы:  $m(\text{фенол}) = \nu(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 94 \text{ г/моль} = 9,4 \text{ г}$ ;  $m(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2) = \nu(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 72 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г}$ .

$$m(\text{қоспа}) = m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2) = 9,4 \text{ г} + 7,2 \text{ г} = 16,6 \text{ г.}$$

Броммен фенол да, акрил қышқылы да әрекеттеседі:



$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{фенол})}{m(\text{қоспа})} = \frac{9,4 \text{ г}}{16,6 \text{ г}} = 0,566 \text{ немесе } 56,6 \%$$

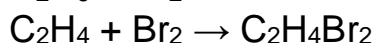
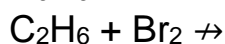
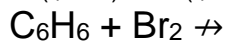
$$\omega(\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}) = \frac{m(\text{CH}_2 = \text{CHCOOH})}{m(\text{қоспа})} = \frac{7,2 \text{ г}}{16,6 \text{ г}} = 0,434 \text{ немесе } 43,4 \%$$

**3.2.6** Бензолдың этан және этенмен қоспасы буының тығыздығы 1,696 г/см<sup>3</sup>. Мөлшері 0,1 моль болатын осындай қоспа ең көп дегенде 1,6 г хлороформда еріген броммен әрекеттесе алады. Қоспадағы заттардың мөлшерін анықтау.

**Шығарылуы:**

$$M(\text{қоспа}) = \rho \cdot V_m = 1,696 \cdot 22,4 = 40 \text{ (г/моль);}$$

$$m(\text{қоспа}) = \nu(\text{қоспа}) \cdot M(\text{қоспа}) = 0,1 \cdot 40 = 4,0 \text{ (г).}$$



$$(\text{C}_6\text{H}_6) = 78 \text{ г/моль; } M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ г/моль;}$$

$$(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль; } M(\text{Br}_2) = 160 \text{ г/моль.}$$

$$\nu(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{1,6}{160} = 0,01 \text{ (моль);}$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_4) = \nu(\text{Br}_2) = 0,01 \text{ моль; } m(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,01 \cdot 28 = 0,28 \text{ (г);}$$

$$\nu(\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_6) = \nu(\text{қоспа}) - \nu(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ (моль);}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_6) = 4,0 - 0,28 = 3,72 \text{ (г).}$$

$\text{C}_6\text{H}_6$  және  $\text{C}_2\text{H}_6$  заттарының мөлшерін сәйкесінше  $x$  (моль) и  $y$  (моль) деп, теңдеулер жүйесін құрамыз:

$$\begin{cases} 78x + 30y = 3,27 & \text{C}_6\text{H}_6 \text{ және } \text{C}_2\text{H}_6 \text{ қоспасының массасы;} \\ x + y = 0,09 & \text{C}_6\text{H}_6 \text{ және } \text{C}_2\text{H}_6 \text{ қоспасының мөлшері.} \end{cases}$$

Осыдан:

$$x = \nu(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,021 \text{ моль;}$$

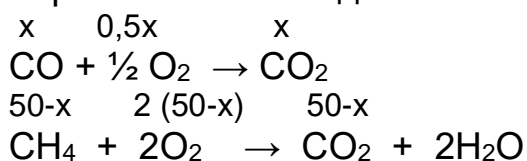
$$y = \nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,069 \text{ моль.}$$

**Жауабы:**  $\nu(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,02$  моль;  $\nu(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,021$  моль;  $\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,069$  моль.

**3.2.7** Көлемі 50 мл СО және  $\text{CH}_4$  қоспасын 60 мл оттегімен қосып жаққанда (қопарғанда) осы газдар толық жанып кеткен, ал қалған қоспаның (су булары конденсацияланғаннан кейінгі) көлемі 70 мл болған. Бастапқы қоспадағы СО газының көлемдік үлесін есептеу.

**Шығарылуы:**

СО көлемін  $x$  л, ал  $\text{CH}_4$  көлемін  $(50-x)$  л деп белгілейік. Көлемдік қатынастар заңына сәйкес газ заттарының көлемдері олардың зат мөлшеріне сәйкес келеді:



Реакцияға түспей қалған оттегінің артық мөлшерін  $y$  (л) деп белгілейік. Теңдеулер жүйесін құрамыз:

$x + (50-x) + y = 70$  (реакциядан кейінгі газдар көлемдерінің қосындысы);

$0,5x + 2(50-x) + y = 60$  (екі реакцияға қатысқан және артық қалған  $O_2$  көлемдерінің қосындысы).

Осы теңдеулерді шешуден  $x = 40$  л екені шығады.

**Жауабы:  $\varphi(CO) = 40/50 = 0,8$  немесе 80 %.**

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Этан қышқылы мен фенолдың судағы 100 г ерітіндісін бейтараптау үшін натрий гидроксидінің 91 мл 10 %-дық ерітіндісі ( $\rho = 1,1$  г/мл) жұмсалды. Осындай ерітіндінің 200 грамына бром суының артық мөлшерін құйғанда 33,1 г тұнба түзілді. Бастапқы ерітіндідегі заттардың массалық үлестерін табу (жауабы: сәйкесінше 12 % және 4,7 %).

2) Бутанол мен пропан қышқылының қоспасы калий гидрокарбонатының артық мөлшерімен өңделді. Бұл кезде бөлінген газдың көлемі қоспаның осындай массасын жаққанда түзілетін сол газ көлемінен 15 есе аз. Егер қоспаның жануына 48,16 л (қ.ж.) оттегі қажет болса, ондағы заттардың массалық үлестері қандай? (жауабы: 76,3 % спирт, 23,7 % қышқыл).

3) Массасы 5,3 г формальдегид пен құмырсқа қышқылының қоспасын күміс оксидінің артық мөлшерімен өңдегенде 54 г тұнба түзілді. Бастапқы қоспадағы оттегі элементінің массалық үлесін табу (жауабы: 60,4 %).

4) Этанолдың ( $\rho = 0,8$  г/мл), глицериннің ( $\rho = 1,26$  г/мл) және сірке қышқылының 70 %-дық ерітіндісінің ( $\rho = 1,069$  г/мл) бірдей көлемдері араластырылды. Осындай қоспаның 62,58 грамымен натрийдің қандай максимал массасы әрекеттесе алады? (жауабы: 40,85 г).

5) Құмырсқа және сірке қышқылдары қоспасының 200 г судағы ерітіндісін бейтараптау үшін 382 мл 10 %-дық КОН ерітіндісі ( $\rho = 1,1$  г/мл) қажет. Бейтарап ерітіндіні буландырғаннан кейін 68,6 г құрғақ қалдық алынды. Бастапқы қоспадағы қышқылдардың массалық үлестерін табу (жауабы: 8,05 %  $HCOOH$  және 12 %  $CH_3COOH$ ).

6) Құмырсқа қышқылының 50 г ерітіндісін бейтараптау үшін натрий гидроксидінің 70 г ерітіндісі пайдаланылды. Реакциядан кейін ерітіндідегі тұздың массалық үлесі 4,93 %, сілтінікі – 2,7 % болды. Бастапқы ерітінділердегі реагенттердің массалық үлестерін табу (жауабы: 8 % қышқыл; 9,6 % сілті).

7) Фенол мен анилин қоспасы 40 г 5 %-дық NaOH ерітіндісімен әрекеттесті. Осы қоспа 72 г броммен әрекеттесе алады. Бастапқы қоспадағы заттардың массаларын табу (жауабы: 4,7 г фенол; 9,3 г анилин).

8) Массасы 50 г фенол, анилин және бензол қоспасы сілтінің судағы ерітіндісімен қосып шайқалды, бұл кезде масса 4,7 грамға азайды. Қалған қоспа тұз қышқылының артық мөлшерімен қосып шайқалды, бұл кезде қоспа массасы тағы 9,3 грамға азайды. Бастапқы қоспадағы бензолдың массалық үлесін табу (жауабы: 72 %).

### 3.3 Газдар қоспасының құрамы, салыстырмалы тығыздығы және мольдік массасы

**3.3.1** Озон мен оттегі қоспасының мольдік массасы 44,8-ге тең. Массасы 55 г және неон бойынша тығыздығы 2,5-ке тең болатын (қ.ж.) ацетилен, бутан және 2-метилпропан қоспасының толық тотығуы үшін  $O_3$  және  $O_2$  қоспасының қандай минимал көлемі қажет болады?

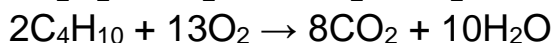
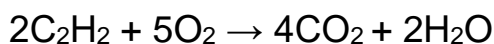
**Шығарылуы:** Алдымен көмірсутектер қоспасының құрамын анықтаймыз:

$M_r(Ne) = 20,2$ ;  $M_{орташа}$  (көм.сут. қоспасы) =  $2,5 \cdot 20,2 = 50,5$  г/моль

Көмірсутектер қоспасының мөлшері:  $n$  (көм.сут. қоспасы) =  $55 \text{ г} / 50,5 \text{ г/моль} = 1,089$  моль; ацетиленнің мөлшері  $x$  моль болсын:

$$M_{орташа} = \frac{M(C_2H_2) \cdot x + M(C_4H_{10})(1,089 - x)}{1,089}; \quad 50,5 = \frac{26 \cdot x + 58(1,089 - x)}{1,089}$$

$x = 0,255$  моль ацетилен, ал  $1,089 - 0,255 = 0,834$  моль алкандар (бутан және 2-метилпропан) қоспада болады.



2 моль  $C_2H_2$  жағу үшін 5 моль  $O_2$  қажет,

0,255 моль  $C_2H_2$  жағу үшін  $0,255 \cdot 5 / 2 = 0,6375$  моль  $O_2$  қажет

2 моль  $C_4H_{10}$  жағу үшін 13 моль  $O_2$  қажет,

0,834 моль  $C_4H_{10}$  жағу үшін  $0,834 \cdot 13 / 2 = 5,421$  моль  $O_2$  қажет

Көмірсутектер қоспасын жағу үшін барлығы  $0,6375 + 5,421 = 6,0585$  моль  $O_2$  қажет:  $V(O_2) = 6,0585 \cdot 22,4 = 135,71$  л

Ал оттегі озон түрінде болса, онда ( $3 O_2 = 2 O_3$ ) көмірсутектер қоспасын жағу үшін  $135,71 \cdot 2 / 3 = 90,47$  л  $O_3$  қажет.

Тотықтырғыш құрамын анықтаймыз:

$M(\text{қоспа } O_2 + O_3) = 44,8$  г/моль

Қоспадағы  $O_2$  көлемдік үлесі  $y$  болсын, онда  $O_3$  үлесі =  $(1-y)$ .

$M(\text{қоспа } O_2 + O_3) = M(O_2) \cdot y + M(O_3) \cdot (1-y)$

$$44,8 = 32y + 48 - 48y$$

$3,2 = 16y$ ;  $y = 0,2$ , яғни қоспа көлемінің 20 %-ын оттегі және 80 %-ын озон құрайды.  $V(\text{қоспа } \text{O}_2 + \text{O}_3) = 135,71 \cdot 0,2 + 90,47 \cdot 0,8 = 99,52 \text{ л}$  (жауабы).

**3.3.2** Метан мен этиленнің қоспасын толық гидрлегеннен кейін оның сутек бойынша салыстырмалы тығыздығы 0,25 бірлікке артты. Бастапқы қоспадағы этиленнің көлемдік үлесін табу.

#### Шығарылуы:

Бастапқы қоспаның жалпы мөлшерін 1 моль, ондағы этиленнің мөлшерін  $x$  моль деп алайық, сонда метанның мөлшері  $(1-x)$  моль болады. Гидрлену реакциясына тек этилен түседі және реакция теңдеуіне сәйкес  $(1-x)$  моль этан түзіледі ( $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$ ), яғни газдар қоспасының жалпы мөлшері реакциядан кейін де 1 моль боп қалады.

Бастапқы қоспаның орташа мольдік массасын табу өрнегі:

$$M_{\text{бастапқы қоспа}} = \frac{M(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot \nu(\text{C}_2\text{H}_4) + M(\text{CH}_4) \cdot \nu(\text{CH}_4)}{\nu(\text{C}_2\text{H}_4) + \nu(\text{CH}_4)}$$

$$M_{\text{бастапқы қоспа}} = \frac{28x + 16(1-x)}{1} = 28x + 16 - 16x = 12x + 16;$$

Бастапқы газдар қоспасының мольдік массасының сутектің мольдік массасына қатынасын, яғни салыстырмалы тығыздықты  $u$  деп белгілейік,

$$\text{сонда: } \frac{12x + 16}{2} = u; \quad (1)$$

Соңғы қоспаның орташа мольдік массасын табу өрнегі:

$$M_{\text{соңғы қоспа}} = \frac{M(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot \nu(\text{C}_2\text{H}_6) + M(\text{CH}_4) \cdot \nu(\text{CH}_4)}{\nu(\text{C}_2\text{H}_6) + \nu(\text{CH}_4)}$$

Соңғы қоспаның да жалпы мөлшері 1 моль екені жоғарыда айтылды (өрнектің бөліміндегі сан):

$$M_{\text{бастапқы қоспа}} = \frac{30x + 16(1-x)}{1} = 30x + 16 - 16x = 14x + 16;$$

Соңғы газдар қоспасының мольдік массасының сутектің мольдік массасына қатынасын, яғни салыстырмалы тығыздықты  $u + 0,25$  деп белгілейік, сонда:

$$\frac{14x + 16}{2} = u + 0,25; \quad (2)$$

Бірінші деп белгіленген өрнектен  $u$  мәнін 2-ші өрнекке қойып,  $x$  мәнін табамыз, сонда  $x = 0,25$  моль. Сонымен, этиленнің бастапқы мөлшері 0,25 моль немесе көлемдік қатынастар заңына сәйкес газдардың моль сандары олардың көлемдеріне (көлемдік үлестеріне) пропорционал болады, яғни этиленнің көлемдік үлесі 25 % болады (жауабы).

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Озон мен оттегі қоспасының гелий бойынша салыстырмалы тығыздығы 8,8-ге тең. Массасы 100 г және сутек бойынша тығыздығы 26,6-ға тең болатын ацетилен, бутан және 2-метилпропан қоспасының



толық тотығуы үшін  $O_3$  және  $O_2$  қоспасының ( $дм^3$ , қ.ж.) қандай минимал көлемі қажет болады? (жауабы: 232 л).

2) Көлемі 16,8 л (қ.ж.) метан мен пропан қоспасы жанғанда 39,2 л (қ.ж.)  $CO_2$  алынды. Қоспадағы метанның көлемдік үлесін табу (жауабы: 33,33 %).

3) Көлемі 0,15 л (қ.ж.) пропан мен бутан қоспасы 950 мл (қ.ж.) оттегімен араластырылды және қопарылды. Қалыпты жағдайға келтірілгеннен кейін көлем 0,60 л болды. Бастапқы қоспадағы бутанның көлемдік үлесін табу (жауабы: 66,6 %).

4) Пропан, бутан және пропен қоспасының сутек бойынша тығыздығы 23,25. Көлемі 4,48 л (қ.ж.) осындай қоспа 16 г бромды қосып алады. Қоспадағы алкандардың көлемдік үлестерін табу (жауабы: әрқайсысы 25 %).

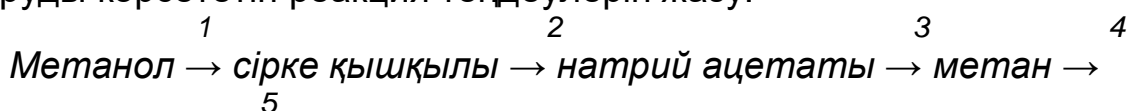
5) Реакциядан кейін сутегінің артық мөлшері алып кетілсе және бұл кездегі газдар қоспасының сутек бойынша тығыздығы 21,7-ге тең болса, пропеннің гидрлену реакциясындағы айналым дәрежесі қандай? (жауабы: 70 %).

6) Гидрлену реакциясын жүргізу үшін сутек бойынша тығыздығы 2,625 болатын  $C_2H_4$  және  $H_2$  қоспасы дайындалды. Алкеннің айналым дәрежесі 75 % болса, реакциядан кейінгі газдар қоспасының сутек бойынша тығыздығы қандай? (жауабы: 3,517).

7) Көлемі 672 мл (қ.ж.) этан, пропен және ацетилен қоспасы 60 мл 5 %-дық бром ерітіндісін ( $\rho = 1,6$  г/мл) түссіздендіреді. Осы қоспаның толық жану өнімдерін ізбес суының артық мөлшері арқылы өткізгенде 7,5 г тұнба түзіледі. Бастапқы қоспадағы газдардың көлемдік үлестерін табу (жауабы: 25 %-дан  $C_2H_6$  және  $C_2H_2$ ; 50 %  $C_3H_6$ ).

### 3.4 Заттардың айналым тізбектері

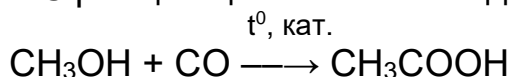
3.4.1 Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыруды көрсететін реакция теңдеулерін жазу:



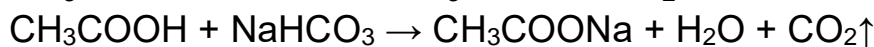
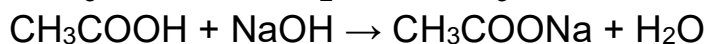
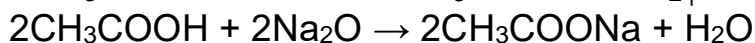
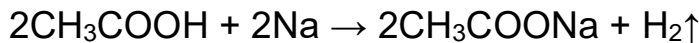
метан қышқылы  $\rightarrow$  көміртек (IV) оксиді

#### Шығарылуы:

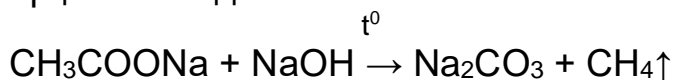
1 Сірке қышқылын метанолды карбонилдеу арқылы алады:



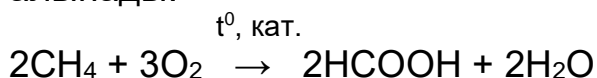
2 Натрий ацетатын бірнеше жолмен алуға болады:



3 Метанды натрий ацетатын натрий гидроксидімен қосып балқыту арқылы алады:

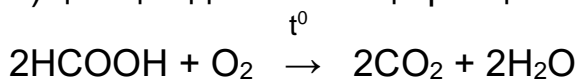


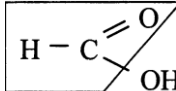
4 Метанды тікелей тотықтыру арқылы метан (құмырсқа) қышқылы алынады:

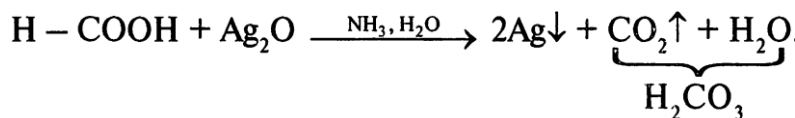


5 Бұл айналымды бірнеше жолмен жүзеге асыруға болады:

а) қышқылды оттегінің артық мөлшерінде жағады:



б) метан қышқылында альдегид тобы  бар, сондықтан ол күміс оксидінің аммиақтағы ерітіндісімен тұрақсыз көмір қышқылын түзе отырып, оңай тотығады:

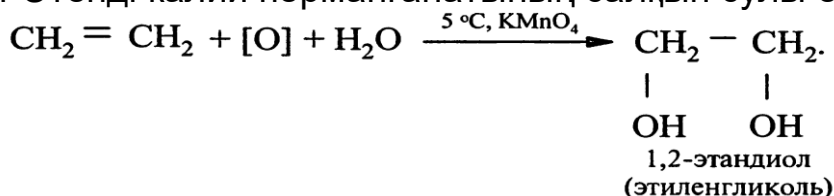


**3.4.2** Келесі реакциялар схемасына сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру:

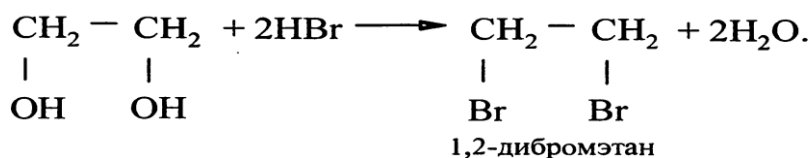
Этен  $\xrightarrow{1}$  1,2 – этандиол  $\xrightarrow{2}$  1,2 – дибромэтан  $\xrightarrow{3}$  этиленгликоль  $\xrightarrow{4}$  қымыздық қышқылы.

**Шешуі:**

1 Этенді калий перманганатының салқын сулы ерітіндісімен тотықтыру:



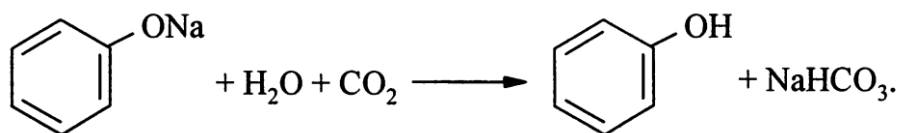
2 Қаныққан біратомды спирттер тәрізді қаныққан көпатомды спирттер галогенсутектермен орын басу реакцияларына түседі:



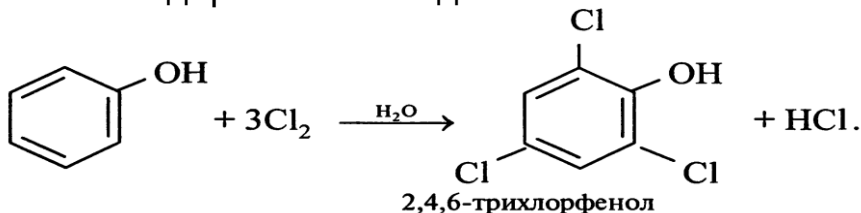




6 Фенол – әлсіз қышқыл (көмір қышқылынан әлсіз) және минералды қышқылдармен феноляттардан оңай ығыстырылады:



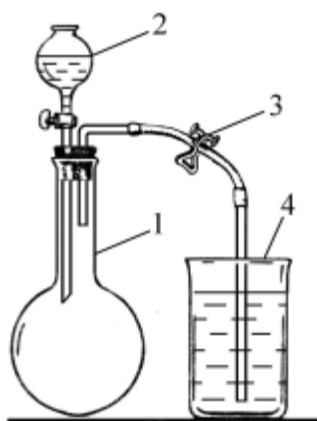
7 Фенол бром немесе хлордың судағы ерітінділерімен оңай бромдалады немесе хлорланады; бензол сақинасының 2,4,6-орындарындағы сутек атомдары галоген атомдарына алмасады:



**Өз бетінше орындауға Д және Е қосымшаларындағы тапсырмалар ұсынылады.**

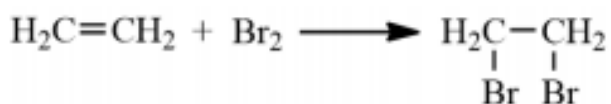
### 3.5 Басқа есептер

**3.5.1** Броммен реакция. Колбада (суретте 1 санымен көрсетілген) түссіз Х газы жиналған, оның сутек бойынша тығыздығы 14-ке тең. Тамшылатқыш воронкада (2) бром, стаканда (4) су бар. Колбаға (1) біртіндеп тамшылатып, салқындата отырып бром жібереді және оның ішіндегісін шайқайды, бұл кезде бромның түсі жойылады. Барлық Х газы реакцияға түскенше бром жібереді, яғни бромның соңғы тамшылары түс өзгеріссіз қалуы керек. Колба қабырғаларында жаңа заттың майлы тамшыларының түзілгені байқалады. Содан кейін қысқыш (3) ашылады, су күшті ағынмен оны толығымен толтыра отырып, колба ішіне ауысады:

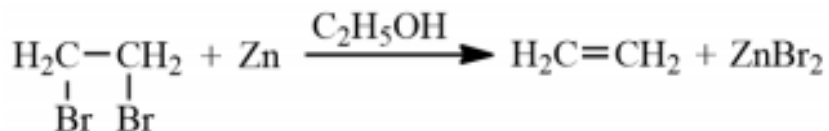


А) Тәжірибеге дейін колба қандай Х газымен толтырылған болды? Дәлелді жауап беру. Б) Х заты броммен әрекеттескенде не болады? Колбаның ішкі қабырғасында қандай заттың тамшылары пайда болады? Реакция теңдеуін жазу. В) Реакциядан кейін қысқышты (3) ашқанда су неге стаканнан (4) колбаға (1) қарқынды ауысады? Г) Колбада түзілетін затты қайтадан Х газына айналдыруға бола ма? Егер болса, онда қалай? Д) Х газын зертханада алудың тағы екі әдісін келтіру.

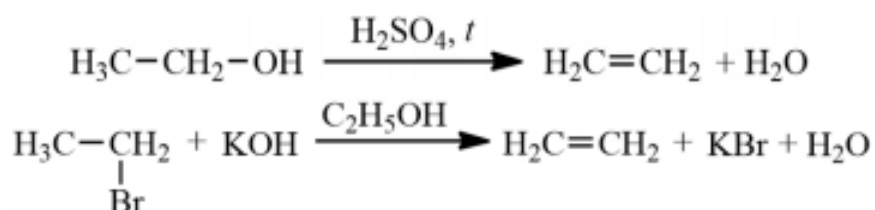
**Шығарылуы:** А) Колба этиленмен толтырылған болды, бұл – түссіз Х газы. Этиленнің мольдік массасы 28 г/моль ( $14 \cdot 2 = 28$ ). Этиленнің броммен реакциясы үшін арнайы жағдайлар жасаудың қажеті жоқ. Этилен броммен әрекеттескенде 1,2-дибромэтан, түссіз сұйықтық түзіледі, оның тамшылары колба қабырғасында байқалады:



В) Реакциядан кейін колбада (1) газ заттары іс жүзінде қалмайды, ауасыз бос кеңістік пайда болады, сондықтан су күшті ағынмен стаканнан колбаға өтеді. Г) 1,2-дибромэтанды қайтадан этиленге айналдыруға болады, ол үшін оны мырышпен қосып қыздыру керек:



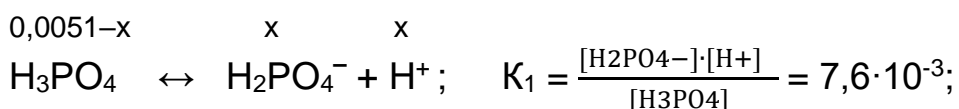
Д) Этиленді алудың әртүрлі варианттарын келтіруге болады, мысалы:



**3.5.2** Ортофосфор қышқылының аздаған мөлшері «Кола» типіндегі алкогольсіз сусындарға оларға қышқыл және ауыз қуыратын дәм беру үшін қосылады. «Кола» ( $\rho = 1,00$  г/мл) құрамында 0,050 масс.% ортофосфор қышқылы бар. «Коланың» рН шамасын анықтау (есептеулерде ортофосфор қышқылы диссоциациясының 2-ші және 3-ші сатыларын ескермеу). Ортаның қышқылдылығы тек осы қышқылға байланысты есептеуге болады. Ортофосфор қышқылының диссоциациялану константалары келесідей:  $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 4,2 \cdot 10^{-13}$ .

#### Шығарылуы:

«Коланың» көлемі 1 л болсын. Ортофосфор қышқылының мольдік концентрациясы:  $C_M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,5/98 = 0,0051$  моль/л. Қышқылдың 1-ші саты бойынша диссоциациясын қарастырайық, тепе-теңдік кезіндегі концентрациялар мынадай:  $[\text{H}^+] = x$  моль/л сутек иондары түзілді дейік, сонда  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  иондарының концентрациясы  $x$  моль/л, иондарға ыдырамай қалған  $\text{H}_3\text{PO}_4$  концентрациясы  $(0,0051-x)$  моль/л болады:



Сонда  $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3} = x^2 / (0,0051 - x)$ , осыдан  $x = [\text{H}^+] = 3,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л;  $\text{pH} = -\lg(3,5 \cdot 10^{-3}) = 2,46$ .

**3.5.3** Фосфор үлгісінде екі нуклид бар:  $^{31}\text{P}$  және  $^{33}\text{P}$ ;  $^{33}\text{P}$  нуклидінің мольдік үлесі 10 %. Осы үлгідегі фосфор элементінің салыстырмалы атомдық массасын есептеу.

**Шығарылуы:** Изотоптар – бұл бір химиялық элементтің нуклидтері. Нуклидтер бір-бірінен ядродағы нейтрондар саны, яғни массасы бойынша ерекшеленеді. Элементтің салыстырмалы атомдық массасы қоспадағы әрбір нуклидтің мольдік үлесі ескеріле отырып, орташа шама ретінде анықталады.

Элементтің барлық нуклидтерінің мольдік үлестерінің қосындысы 1-ге немесе 100 %-ға тең:

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots = 1$$

Екі нуклид жағдайында:  $x_1 + x_2 = 1$ ,

яғни  $x(^{31}\text{P}) = 1 - x(^{33}\text{P}) = 1 - 0,1 = 0,9$ . Егер нуклидтердің мольдік үлестері белгілі болса, онда элементтің салыстырмалы атомдық массасы келесі формула бойынша есептеледі.

$$\text{Ar}(\text{Э}) = x_1A_1 + x_2A_2 + x_3A_3 + \dots,$$

мұндағы  $A_i$  – нуклидтің массалық саны, яғни атомдық массасы.

$$\text{Біздің жағдайда: } \text{Ar}(\text{P}) = 31 \cdot 0,9 + 33 \cdot 0,1 = 31,2$$

**Жауабы:**  $\text{Ar}(\text{P}) = 31,2$ .

**3.5.4** Сахароза гидролизі кезінде оның 2,5 л судағы ерітіндісінде 10 минут ішінде 54 г глюкоза түзілді. Сахароза гидролизі реакциясының орташа жылдамдығын табу (моль/ л · с).

**Шығарылуы:**

Химиялық реакцияның жылдамдығы келесі формула бойынша есептеледі:

$$v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{V \Delta t},$$

мұндағы  $c$  – мольдік концентрация,  $V$  – реакциялық қоспа көлемі,  $t$  – уақыт. Берілген жағдайда:

$$\Delta n = \frac{m(\text{глюк.})}{M(\text{глюк.})} = \frac{54}{180} = 0,3 \text{ (моль);}$$

$$V = 2,5 \text{ дм}^3;$$

$$\Delta t = 10 \text{ мин} = 10 \cdot 60 = 600 \text{ (с)}.$$

**Жауабы:**

$$v = \frac{0,3}{2,5 \cdot 600} = 2 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{МОЛЬ}}{\text{дм}^3 \cdot \text{с}} \right).$$

### Өз бетінше шығаруға ұсынылатын есептер

1) Көлемі  $2 \text{ дм}^3$  ыдыста  $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(г)}$  реакциясы жүреді. Реакция басталғаннан 2 секунд өткенде  $\text{CO}_2$  газының мөлшері 0,1 мольге артты. Осы заттың түзілуінің орташа жылдамдығын табу (жауабы:  $0,025 \text{ моль} / \text{дм}^3 \cdot \text{с}$ ).

2) Табиғи мыс массалық сандары 63 және 65 болатын екі изотоптан тұрады, мыстың салыстырмалы атомдық массасы 63,54. Мыс купоросындағы массалық саны 63 болатын нуклидтің массалық үлесі қандай? (жауабы: 18,7 %).

3) Массалық саны 120 болатын қандай да бір элемент нуклидінің 1,2 грамында  $3,01 \cdot 10^{23}$  электрон бар. Бұл қандай элемент? (жауабы: қалайы).

4) Табиғи хлор массалық сандары 35 және 37 болатын екі изотоптан тұрады. Хлордың салыстырмалы атомдық массасы 35,45 екенін біле отырып, табиғи хлордағы изотоптардың мольдік үлестерін табу (жауабы: 77,5 %  $^{35}\text{Cl}$  және 22,5 %  $^{37}\text{Cl}$ ).

5) Қандай да бір реакцияның жылдамдығы температураны  $10^\circ\text{C}$ -қа арттырғанда 2,5 есе артады. Температураны  $10^\circ\text{C}$ -тан  $50^\circ\text{C}$ -қа арттырғанда жылдамдық неше есе артады? (жауабы: 39 есе).



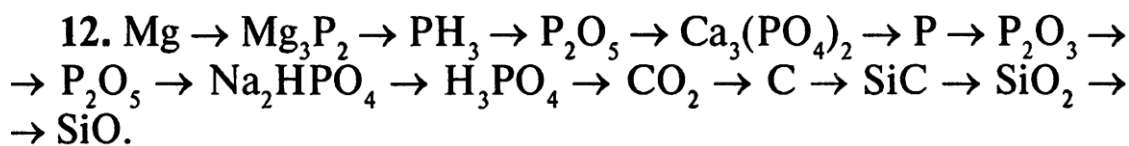
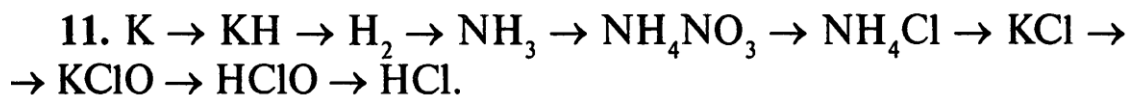
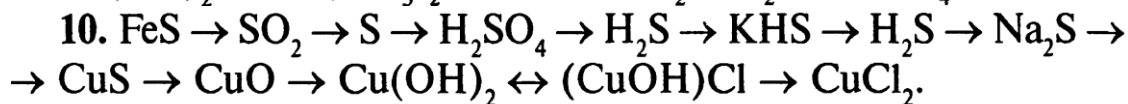
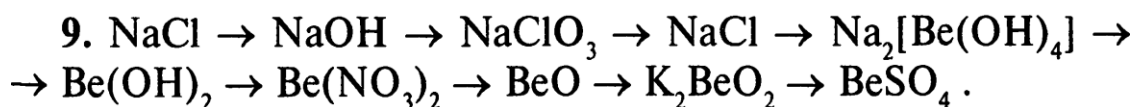
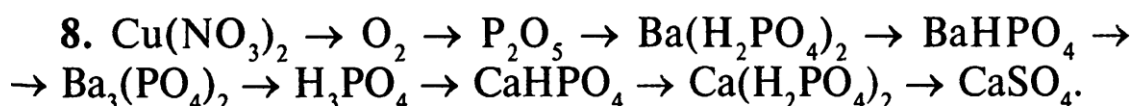
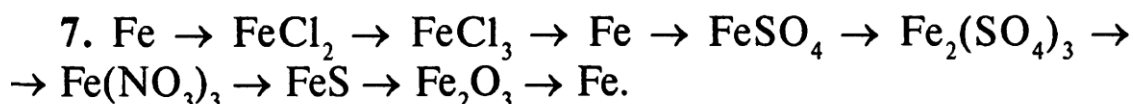
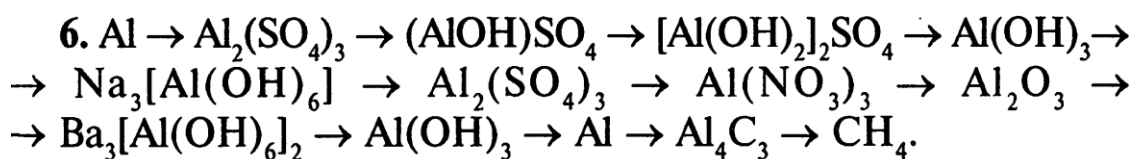
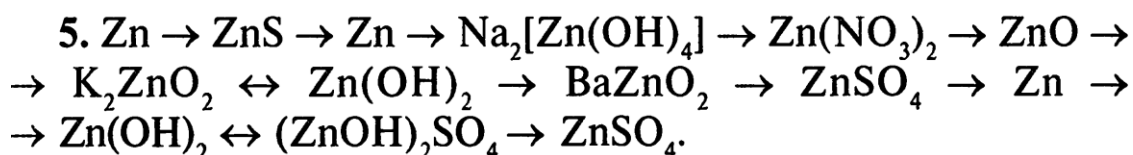
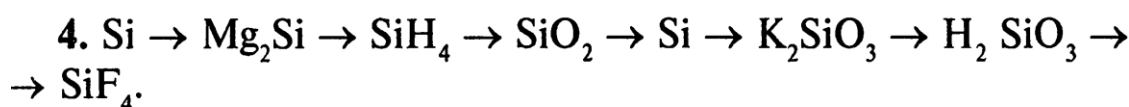
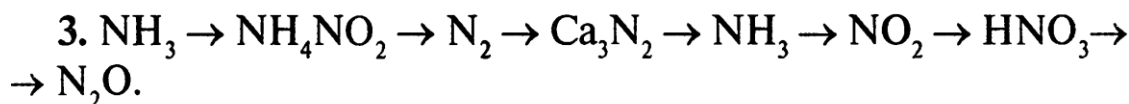
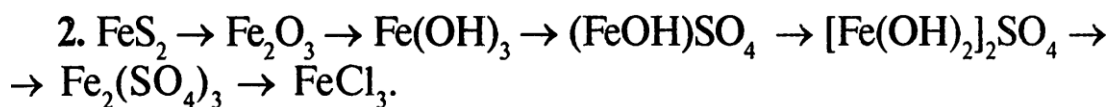
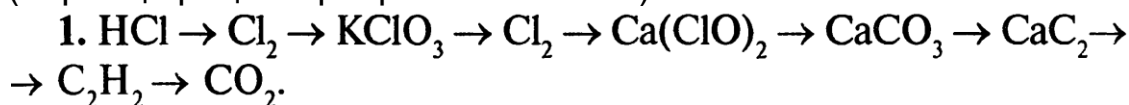
## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
2. Цитович И.К., Протасов П.Н. Методика решения расчетных задач по химии. – М.: Просвещение, 1983. – 149 с.
3. Дайнеко В.И. Как научить школьников решать задачи по органической химии. – М.: Просвещение, 1987. – 160 с.
4. Шамова М.О. Учимся решать задачи по химии: технология и алгоритм решения. – М.: Школа-Пресс, 2001. – 96 с.
5. Кузьменко Н.Е., Магдесиева Н.Н., Еремин В.В. Задачи по химии для абитуриентов: курс повышенной сложности с компьютерным приложением. – М.: Просвещение, 1992. – 191 с.
6. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Чуранов С.С. Сборник конкурсных задач по химии (для школьников и абитуриентов). – М.: Экзамен, 2002. – 575 с.
7. Адамович Т.П., Васильева Г.И. Сборник упражнений и усложненных задач с решениями по химии. – Минск: Вышэйшая школа, 1979. – 255 с.
8. Бекішев К. Шығарылған химия есептері. – Алматы: Білім, 2002. – 120 б.
9. Бекішев К. Химиядан олимпиада есептері. – Алматы: Мектеп, 2002. – 200 б.
10. Врублевский А.И. Тренажер по химии: вся химия в задачах и упражнениях с примерами решений. – Минск: Красико-Принт, 2009. – 656 с.
11. Бекішев К. Химиядан есептер. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 225 б.

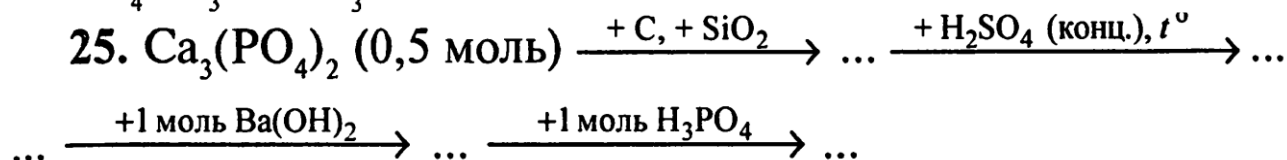
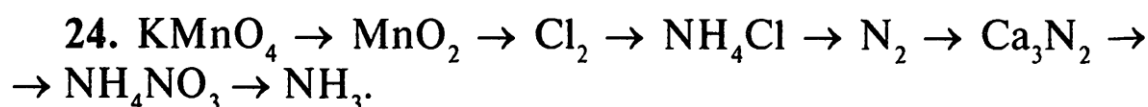
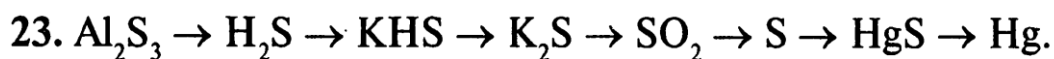
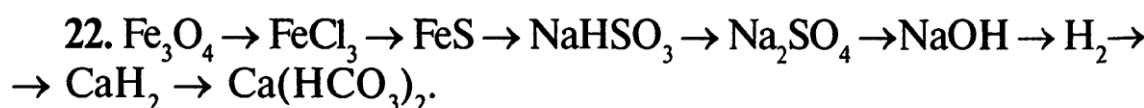
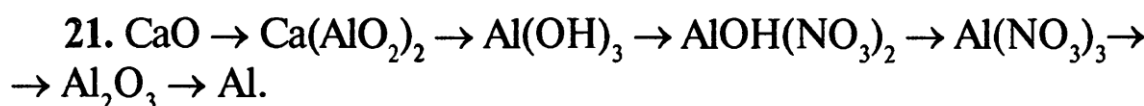
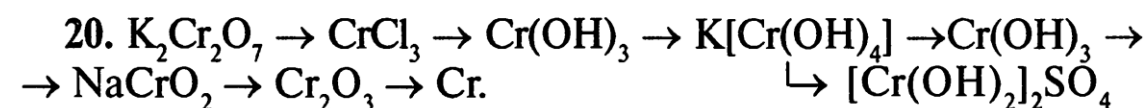
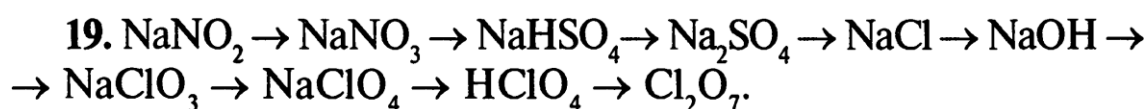
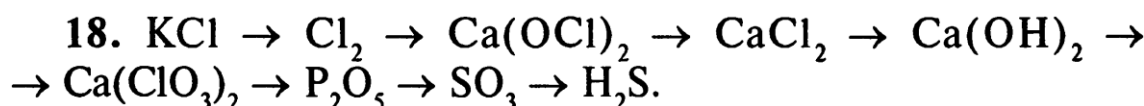
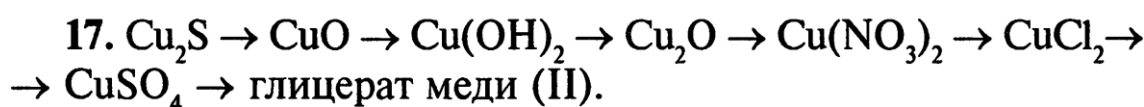
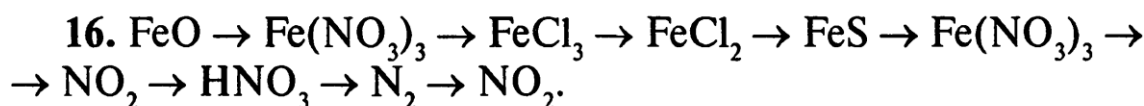
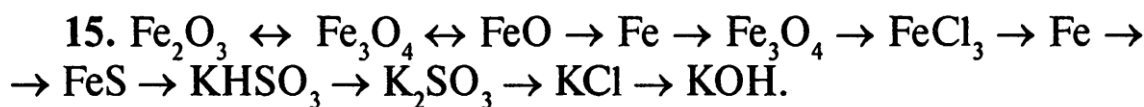
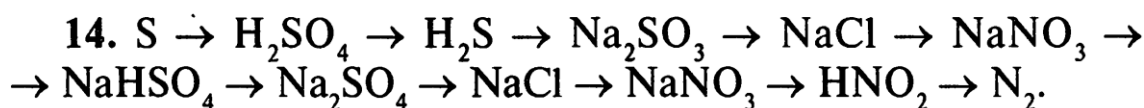
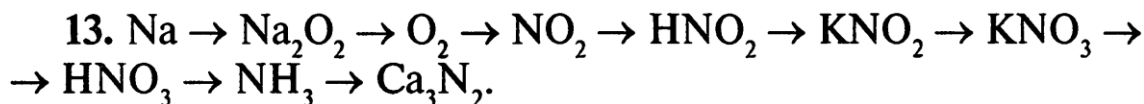
## ҚОСЫМШАЛАР

### Қосымша А

Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (барлық процестер бір сатылы емес):

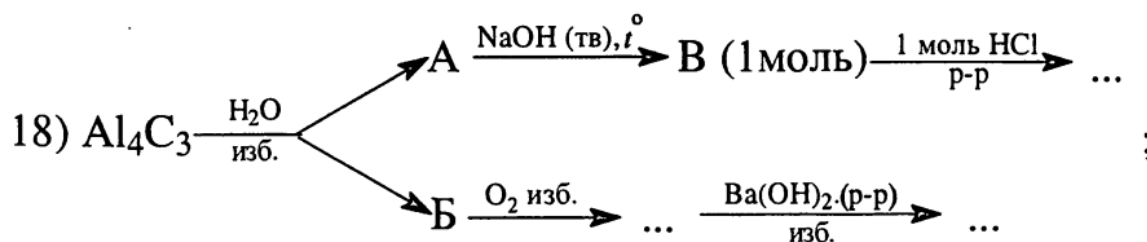


Қосымша А (жалғасы)



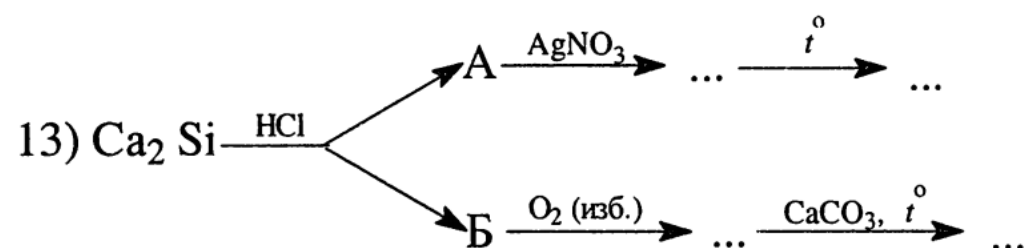
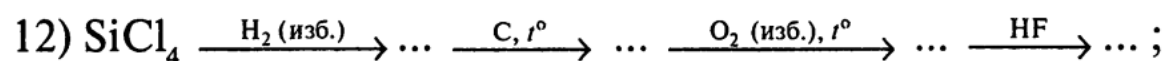
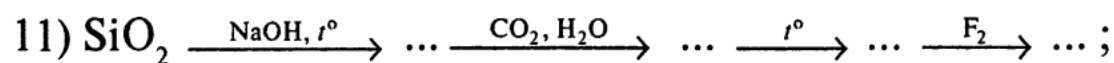
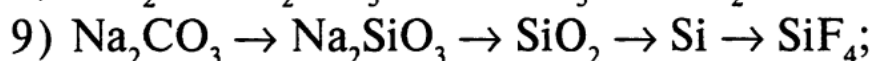
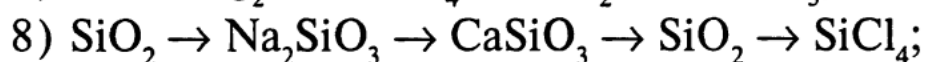
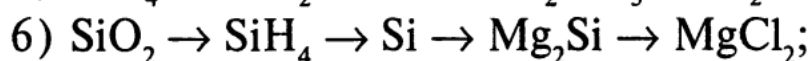
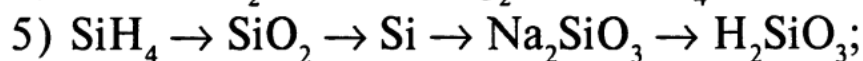
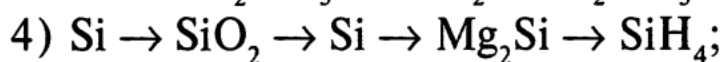
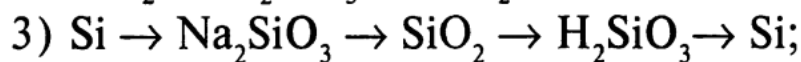
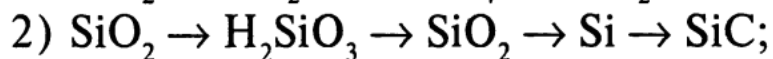
Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (сілтілік, сілтілік-жер металдар және алюминий):

- 1)  $\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{Cl}_2$ ;
- 2)  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$ ;
- 3)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$ ;
- 4)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- 5)  $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6] \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al(NO}_3)_3 \rightarrow \text{AlCl}_3$ ;
- 6)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_3$ ;
- 7)  $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{KNO}_3 \rightarrow \text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl}$ ;
- 8)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
- 9)  $\text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{Ca}$ ;
- 10)  $\text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
- 11)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}$ ;
- 12)  $\text{K} \rightarrow \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{Cu}$ ;
- 13)  $\text{Al} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{KAlO}_2$ ;
- 14)  $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgOHCl} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2$ ;
- 15)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{PH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ ;
- 16)  $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} \rightarrow \text{HClO} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3$ ;
- 17)  $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Z} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6]$ .



## Қосымша В

Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (кремний және оның қосылыстары):



Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (бейорганикалық қосылыстар кластары арасындағы байланыс):

1.  $C \rightarrow CO_2 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CO_2$ .
2.  $S \rightarrow SO_2 \rightarrow K_2SO_3 \rightarrow KHSO_3 \rightarrow K_2SO_3$ .
3.  $Cu \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu$ .
4.  $P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow CaHPO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$ .
5.  $Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeSO_4 \rightarrow Fe$ .
6.  $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow ZnO$ .
7.  $CuS \rightarrow SO_2 \rightarrow KHSO_3 \rightarrow CaSO_3 \rightarrow SO_2$ .
8.  $SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuO \rightarrow Cu(NO_3)_2$ .
9.  $S \rightarrow CaSO_3 \rightarrow Ca(HSO_3)_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow K_2SO_4$ .
10.  $SO_2 \rightarrow CaSO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow NaHSO_3 \rightarrow K_2SO_3$ .
11.  $NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow NaCl \rightarrow NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4$ .
12.  $K \rightarrow KOH \rightarrow KCl \rightarrow KNO_3 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow KCl$ .
13.  $Na_2O \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaNO_3$ .
14.  $Al \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al(OH)_3$ .
15.  $Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu \rightarrow CuCl_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow CuS$ .
16.  $Fe \rightarrow FeSO_4 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe \rightarrow Fe(OH)_3$ .
17.  $Fe \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(NO_3)_2 \rightarrow Fe$ .
18.  $Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe \rightarrow Fe(NO_3)_2$ .
19.  $CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu$ .
20.  $MgCO_3 \rightarrow MgO \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(NO_3)_2$ .
21.  $Mg \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgSO_4 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow Mg(HCO_3)_2$ .
22.  $CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2$ .
23.  $CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCl_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 \rightarrow O_2$ .
24.  $FeS \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow FeCl_3$ .
25.  $KCl \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow KOH \rightarrow K_2CO_3 \rightarrow KOH$ .
26.  $CuS \rightarrow CuO \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu$ .
27.  $Fe \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$ .
28.  $CuSO_4 \rightarrow CuO \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow CuO \rightarrow CuS$ .
29.  $ZnS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow NaOH$ .
30.  $Al \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al(OH)_3$ .

Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (органикалық химия):

1. Гексан → циклогексан → циклогексен → 1,2-дибромциклогексан → циклогексен → циклогексанол → бромциклогексан → циклогексен → 1,2-циклогександиол.

2. Бензол → толуол → бензилхлорид ↔ бензил спирті → бензальдегид → бензой қышқылы → бензол → кумол → фенол.

3. Пентан → 2-метилбутан → 2-бром-2-метилбутан → 2-метилбутен-2<sup>1</sup> → 2-метилбутанол-2 → 2-метилбутен-2 → 2-метилбутандиол-2,3.

4. 1,2-дибромпропан → пропин → пропанон → пропанол-2 → 2-бромпропан → 2,3-диметилбутан → CO<sub>2</sub>.

5. Ацетилен → этанол → этилен → сірке қышқылы → сірке қышқылының ангидридi → сірке қышқылы

6. Кальций карбиді → ацетилен → сірке қышқылы → натрий ацетаты → сірке қышқылы → хлорсірке қышқылы

7. Көміртек (II) оксиді → метанол → метаналь → натрий формиаты → құмырсқа қышқылы → көмір қышқылы

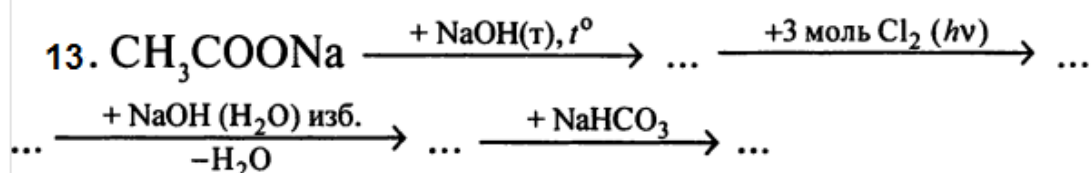
8. Көміртек (II) оксиді → натрий формиаты → құмырсқа қышқылы → көміртек (II) оксиді → метаналь → метанол

9. Этилен → этанол → этан қышқылы → аммоний ацетаты → сірке қышқылы → монохлорсірке қышқылы

10. Бутан → этан қышқылы → көміртек (IV) оксиді → көміртек (III) оксиді → құмырсқа қышқылы → күміс

11. Гексан → пропан → 1-хлорпропан → пропанол-1 → пропион қышқылы → 2-хлорпропан қышқылы

12. Натрий ацетаты → метан → метанол → этан қышқылы → кальций ацетаты → кальций хлориді



Келесі схемаларға сәйкес химиялық айналымдарды жүзеге асыру (органикалық химия):

1. Ацетилен → этанол → ацетальдегид → сірке қышқылы → изопропилацетат → калий ацетаты
  2. Этанол → этилацетат → этанол → этан қышқылы → 2-хлорэтан қышқылы → хлорсірке қышқылының метил эфирі
  3. Этилен → этилацетат → сірке қышқылы → метилацетат → натрий метилаты → метан қышқылы
  4. Метанол → сірке қышқылы → пропилацетат → пропанол-1 → май қышқылы → көміртек (IV) оксиді
  5. Ацетилен → этан қышқылы → натрий ацетаты → этилацетат → натрий этилаты → этанол
  6. Этилен → этилбромид → этанол → этилацетат → натрий ацетаты → ацетилен → полихлорвинил
  7. Метилацетат → метанол → метаналь → метилпропионат → натрий пропионаты → этан
  8. Пропанол-1 → пропаналь → пропион қышқылы → этилпропионат → натрий этилаты → этанол
  9. Метан → хлорлы метил → құмырсқа қышқылы → метилформиат → калий формиаты → құмырсқа қышқылы
  10. Ацетилен → этаналь → сірке қышқылы → натрий ацетаты → метан → метилформиат
11.  $\text{CaC}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \dots \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O} (\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+)} \dots \xrightarrow{+\text{LiAlH}_4} \dots$   
 $\dots \xrightarrow{+\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}), 0^\circ\text{C}} \dots$
12.  $\text{C}_2\text{H}_4 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O} / \text{H}^+} \dots \xrightarrow{+\text{CuO}, t^\circ} \dots \xrightarrow{+\text{H}_2 / \text{Ni}, t^\circ} \dots$   
 $\dots \xrightarrow{+\text{HCOOH} / \text{H}^+} \dots$