

## Тұрақтылар

Жарық жылдамдығы	$2.998 \times 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Авогадро саны, $N_A$	$6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Элементар заряд, $e$	$1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
Электрон массасы, $m_e$	$9.109 \times 10^{-31} \text{ кг}$
Әмбебап газ тұрақтысы, $R$	$8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
Больцмана тұрақтысы, $k_B$	$1.381 \times 10^{-23} \text{ Дж К}^{-1}$
Фарадей тұрақтысы, $F$	$96485 \text{ Кл моль}^{-1}$
Планк тұрақтысы, $h$	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
Пи саны, $\pi$	3.141 592 653 589 793
Кельвиндегі температура (К)	$T_K = T_{\text{°C}} + 273.15$
Ангстрем, $\text{Å}$	$1 \times 10^{-10} \text{ м}$
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12} \text{ м}$
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6} \text{ м}$

1																	18
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -



Республикалық химия олимпиадасы

Қорытынды кезең (2023-2024).

9-сыныпқа арналған ресми шешімдер жинағы.

## Мазмұны

Қатысушыларға үндеу	3
Теңдеулер мен заңдар	3
№1 Есеп. Ширату (3%)	4
№2 Есеп. Белгісіз газдар (4%)	5
№3 Есеп. Белгісіз кристаллогидраттар (14%)	6
№4 Есеп. Нитраттар (10%)	9
№5 Есеп. Комплекстердің изомерлері (15%)	12
№6 Есеп. Коллигативті қасиеттер (12%)	14
№7 Есеп. Термодинамикадағы теңдік (12%)	16

## Қатысушыларға үндеу

Құрметті қорытынды кезеңнің қатысушылары!

Республикалық олимпиадалардың тағы бір циклін аяқтауларыңызбен құттықтаймыз! Биылғы жылы қарапайым тапсырмалар да, күрделілігі жағынан ұлттық құраманы таңдау тапсырмаларымен салыстыруға болатын тапсырмалар да болды. Бірақ соған қарамастан, сізге тапсырмалар қызықты болды және бұрын білмеген нәрсені үйрене алдыңыз деп үміттенеміз. Ал қорытынды кезең бойынша кері байланыс үшін [осы сілтеме бойынша](#) сауалнаманы толтыруыңызды сұраймыз.

## Теңдеулер мен заңдар

Менделеев-Клапейрон теңдеуі

$$pV = nRT$$

Энтальпия,  $H$

$$H = U + pV$$

Энтропияның өзгерісі

$$\Delta S = \int \frac{dQ_{\text{rev}}}{T}$$

Фотонның энергиясы

$$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$$

Нернст теңдеуі

$$E = E^\ominus - \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{\text{red}}}{c_{\text{ox}}}$$

Аррениус теңдеуі

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  реакциясының тепе-теңдік тұрақтысы

$$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

Толқындық саны,  $\tilde{\nu}$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

Радиусы  $r$ -ға тең сфераның көлемі

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

## №1 Есеп. Ширату

Барлығы	Үлесі(%)
6	3

Автор: Бегдаир С.

### 1.1 (6 ұпай)

Газ қоспасының молярлық массасын анықтайық:

$$n(\text{қоспа}) = \frac{V(\text{қоспа})}{V_m} = 5 \text{ моль}$$
$$M(\text{қоспа}) = \frac{m(\text{қоспа})}{n(\text{қоспа})} = 52 \text{ г моль}^{-1}$$

Әрбір заттың мольдік үлесін табайық:

$$\chi(A) = \frac{3}{3+2} = 0.6$$
$$\chi(B) = \frac{2}{3+2} = 0.4$$

Барлық деректерді қоспаның молярлық массасының теңдеуіне қойып шығайық:

$$M(\text{смесь}) = M(A) \cdot \chi(A) + M(B) \cdot \chi(B)$$
$$M(B) = 1.455 \cdot M(A)$$
$$52 = M(A) \cdot 0.6 + 1.455 \cdot M(A) \cdot 0.4$$
$$M(A) = 44 \text{ г моль}^{-1}$$
$$M(B) = 1.455 \cdot 44 = 64 \text{ г моль}^{-1}$$

Бұл молярлық массалар күкірт диоксидіне ( $\text{SO}_2$ ) және көмірқышқыл газына ( $\text{CO}_2$ ) (немесе пропанға ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )) сәйкес келеді. Есептің шартын қанағаттандыратын газдардың басқа нұсқаларын дұрыс деп қабылдауға болады.

$$A = \text{CO}_2$$
$$B = \text{SO}_2$$

или

$$A = \text{C}_3\text{H}_8$$
$$B = \text{SO}_2$$

Қоспаның молярлық массасын тапқаны үшін — 1 ұпай

Қоспадағы компоненттердің мольдік үлестерін анықтағаны үшін — 2 ұпай

Әрбір дұрыс табылған зат үшін — 1.5 ұпайдан (жалпы 3 ұпай)

Барлығы тармақ үшін — 6 ұпай.

## №2 Есеп. Белгісіз газдар

Барлығы	Үлесі(%)
14	4

Автор: Бегдаир С.

### 2.1 (14 ұпай)

Қоспаның молярлық массасын табамыз:

$$M(\text{қоспа}) = V_m \cdot \rho(\text{қоспа}) = 22.4 \cdot 1.29 = 28.9 \text{ г моль}^{-1}$$

Молярлық массаның теңдеуін ашып жазып, теңдеуге молярлық массалардың қатынастарын қойып шықсақ (A газының  $\chi(A)$  мольдік үлесі  $x$  деп белгіленген):

$$\begin{aligned}M(A) &= 1.071 \cdot M(B) \\M(\text{см.}) &= M(A) \cdot \chi(A) + M(B) \cdot \chi(B) \\28.9 &= 1.071 \cdot M(B) \cdot x + M(B) \cdot (1 - x) \\M(B) &= \frac{28.9}{1 + 0.071 \cdot x}\end{aligned}$$

Массалық үлестің теңдеуін қолданып,  $x$  белгісізін табайық. Осы тұста заттардың массасын ашып жазып, мольдік үлестермен алмастыруға болатын химиялық мөлшерлерді алатынымзды атап өтуге болады:

$$\begin{aligned}\omega(A) &= \frac{m(A)}{m(A) + m(B)} \\ \omega(A) &= \frac{M(A) \cdot \chi(A)}{M(A) \cdot \chi(A) + M(B) \cdot \chi(B)} \\ 0.46713 &= \frac{1.071 \cdot \frac{28.9}{1+0.071 \cdot x} \cdot x}{1.071 \cdot \frac{28.9}{1+0.071 \cdot x} \cdot x + \frac{28.9}{1+0.071 \cdot x} \cdot (1 - x)} \\ x &= 0.45\end{aligned}$$

Белгісіз заттардың молярлық массаларын анықтайық:

$$\begin{aligned}M(B) &= \frac{28.9}{1 + 0.071 \cdot 0.45} = 28 \text{ г моль}^{-1} \\ M(A) &= 1.071 \cdot 28 = 30 \text{ г моль}^{-1}\end{aligned}$$

Бұл молярлық массалар азотқа ( $N_2$ ) және азот оксидіне ( $NO$ ) сәйкес келеді. Есеп шартына сәйкес келетін газдардың басқа нұсқаларын да дұрыс ретінде қабылдауға болады.

A = NO

B =  $N_2$

Қоспаның молярлық массасын тапқаны үшін — 1 ұпай  
Қоспадағы компоненттердің мольдік үлестерін анықтаған үшін — 4 ұпай  
Әрбір дұрыс табылған зат үшін — 4.5 ұпайдан (жалпы 9 ұпай)  
Барлығы тармақ үшін — **14 ұпай**.

### №3 Есеп. Белгісіз кристаллогидраттар

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
26	22	2	50	14

Автор: Бегдаир С.

#### 3.1 (26 ұпай)

Ашық сары түсті тұнба (В заты) күміс бромиді болып табылады. Оның химиялық мөлшерін табайық:

$$n(\text{B}) = \frac{11.28}{188} = 0.06 \text{ моль}$$
$$\text{B} = \text{AgBr}$$

А заты кристаллогидрат болып табылады және массасының төмендеуі судың жоғалуына байланысты. Оның массасы мен химиялық мөлшерін табайық:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9.81 \cdot (1 - 0.67) = 3.24 \text{ г}$$
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{3.24}{18} = 0.18 \text{ моль}$$

А затының құрамында бром, су және қандай да бір метал бар. Металдың массасын анықтаңыз:

$$n(\text{Br}^-) = n(\text{AgBr}) = 0.06 \text{ моль}$$
$$m(\text{Br}^-) = M(\text{Br}^-) \cdot n(\text{Br}^-) = 80 \cdot 0.06 = 4.8 \text{ г}$$
$$m(\text{Me}) = m(\text{A}) - m(\text{Br}^-) - m(\text{H}_2\text{O}) = 9.81 - 4.8 - 3.24 = 1.77 \text{ г}$$

Металдың валенттілігі туралы мәлімет берілмеген, сондықтан оны таңдау әдісі арқылы шешеміз. Әртүрлі валенттілік мәндерін (I, II, III) қоя отырып, валенттілік екіге тең болғанда ғана орынды жауапқа жетуге болады. Металдың химиялық мөлшерін және оның молярлық массасын анықтаймыз:

$$n(\text{Me}) = \frac{n(\text{Br}^-)}{2} = 0.03 \text{ моль}$$
$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{Me})} = 59 \text{ г моль}^{-1}$$

Бұл молярлық массаға екі метал сәйкес келеді — никель және кобальт. Дегенмен, екі себеп бойынша дұрыс жауап кобальт болады: 1) заттардың түстері кобальт қосылыстарына сәйкес келеді; 2) есепті одан әрі шешу кезінде кейбір қосылыстарда металдың тотығу дәрежесі +3 болатынын түсінуге болады, ол кобальтта кездеседі, бірақ никельде болмайды.



Ерiтiндiнiң құрамында поташпен (калий карбонаты) қандай да бiр тұнба және көмiрқышқыл газды түзе отырып реакцияға түсетiн кобальт нитраты бар. Реакцияның шартынан өнiм ретiнде кобальт карбонаты түзiлмейтiнi түсiнiктi. Есепеулер арқылы өнiмнiң молярлық массасы үшiн өрнектi табайық:

$$n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CoBr}_2) = 0.03 \text{ моль}$$

$$n(\Gamma) = \frac{n(\text{Co}(\text{NO}_3)_2)}{n} = \frac{0.03}{n}$$

$$M(\Gamma) = \frac{m(\Gamma)}{n(\Gamma)} = 106 \cdot n$$

$n$  —  $\Gamma$  затының формуласындағы кобальт атомының мөлшерi.  $n = 1$  болғанда молярлық масса  $106 \text{ г моль}^{-1}$ -ге тең, бiрақ қосылыстың молекулалық формуласын таңдап ала алмаймыз. Бiрақ  $n = 2$  болғанда, молярлық масса  $212 \text{ г моль}^{-1}$ -ге тең, бұл гидроксокобальт карбонатына сәйкес келедi.



Алынған тұнба ашық ауада сүзiлiп, күйдiрiлдi, бұл ауадағы оттегiмен реакцияға нұсқауы мүмкiн. Д затының формуласын кобальттың массасы арқылы табуға болады:

$$m(\text{Co}) = M(\text{Co}) \cdot n(\text{Co}) = 59 \cdot 0.03 = 1.77 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 2.41 - 1.77 = 0.64 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{0.64}{16} = 0.04 \text{ моль}$$

$$n(\text{Co}) : n(\text{O}) = 0.03 : 0.04 = 3 : 4$$



Е құрамында бiр ғана натрий атомы бар деп есептейiк. Осының негiзiнде молярлық массаны табамыз Е:

$$M(\text{E}) = \frac{M(\text{Na})}{w(\text{Na})} = 103 \text{ г моль}^{-1}$$



Бұл молярлық массаның мөнi натрий бромидiне ( $\text{NaBr}$ ) сәйкес келедi. Натрий бромидi, кобальт (II) бромидi және фтор реакциясы нәтижесiнде натрий гексафторокобальтаты түзiледi:  $2 \text{CoBr}_2 + 6 \text{NaBr} + 6 \text{F}_2 = 2 \text{Na}_3[\text{CoF}_6] + 5 \text{Br}_2$  Бром түзiлген сұйықтық болып табылады.



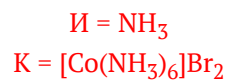
К комплексiнiң молярлық массасын анықтайық:

$$M(K) = \frac{M(\text{Co})}{w(\text{Co})} = 321 \text{ г моль}^{-1}$$

Тұздың массасын **К** комплексінен азайтып, алынған мәнді 6-ға бөлеміз:

$$M_1 = M(K) - M(\text{CoBr}_2) = 321 - 219 = 102 \text{ г моль}^{-1}$$
$$M(\text{I}) = \frac{M_1}{6} = 17 \text{ г моль}^{-1}$$

Молярлық массасы бойынша аммиак екенін түсінуге болады.



**К** затының ерітіндісін ұзақ қайнатқанда ыдырау реакциясы жүреді. Сонымен бірге аммиак пен **Л** тұнбасы түзілетінін білеміз. **Г** және **К** заттарының химиялық мөлшерін анықтайық:

$$n([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2) = \frac{m([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2)}{M([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2)} = 0.02 \text{ моль}$$

**Л** затында тек бір ғана кобальт атомы бар деп есептейік. Бұдан оның молярлық массасын табамыз:

$$n([\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Br}_2) = n(\text{Л}) = 0.02 \text{ моль}$$
$$M(\text{К}) = \frac{m(\text{Л})}{n(\text{Л})} = 156 \text{ г моль}^{-1}$$

Бұл молярлық масса кобальт гидроксидінің молярлық массасына ұқсас.



Сұр түсті тұнбаның пайда болуы металдық кобальттың бөлінуін көрсетуі мүмкін. Яғни, **М** газы сутегіге сәйкес келетін тотықсыздандырғыш болуы мүмкін. Бұл болжамды есептеулер арқылы дәлелдеуге болады.

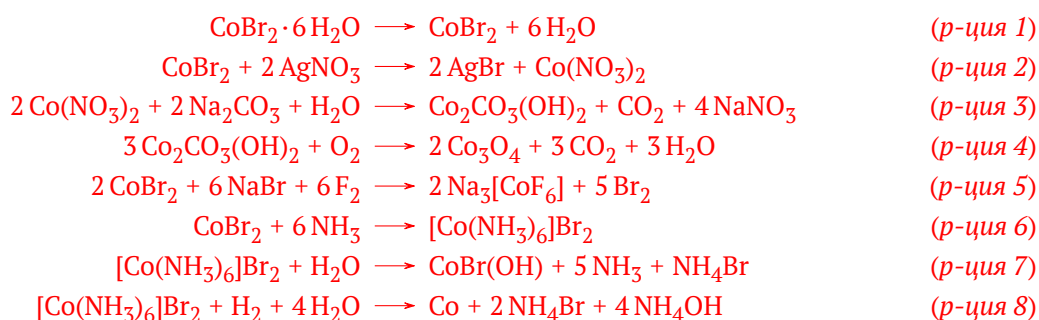


Әрбір анықталған зат үшін — 2 ұпайдан.

Тармақ үшін барлығы — 26 ұпай.



### 3.2 (22 ұпай)



P-ция 1 және 2 үшін — 2 ұпайдан (жалпы 4 ұпай) Қалған реакциялар үшін — 3 ұпайдан (жалпы 18 ұпай)

Барлығы тармақ үшін — 22 ұпай.

### 3.3 (2 ұпай)

**Ж** және **К** комплекс заттары комплекс түзуші мен лигандтардың тотығу дәрежелерімен ерекшеленеді.

Әрбір айырмашылық үшін — 1 ұпайдан. Барлығы тармақ үшін — 2 ұпай.

## №4 Есеп. Нитраттар

4.1	4.2	4.3	Барлығы	Үлесі(%)
8	14	5	22	10

Автор: Бегдаир С.

### 4.1 (8 ұпай)

Қатты қалдық тұз қышқылымен әрекеттескенде белгілі бір газ пайда болды. Қатты қалдық құрамында металл болса, бұл газ сутегі болуы мүмкін. Дегенмен, нитраттардың ыдырауы кезінде тұз қышқылының ерітіндісімен әрекеттеспейтін активтілігі төмен металдардың нитраттарында металдар түзілетінін ескеру қажет.

Тағы бір болжам - хлордың бөлінуі. Хлор тұз қышқылы қандай да бір тотықтырғышпен әрекеттескенде ғана бөлінеді. Нитраттың ыдырауы кезінде түзілуі мүмкін тотықтырғыш тек марганец (IV) оксиді болуы мүмкін. Осының негізінде біз нитраттардың бірін анықтадық және қазір екінші нитратты анықтау үшін қажетті есептеулерді жүргізіп жатырмыз.

$$\begin{aligned} n(\text{Cl}_2) &= \frac{2.24}{22.4} = 0.1 \text{ моль} \\ \text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} &\longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \\ n(\text{MnO}_2) &= n(\text{Cl}_2) = 0.1 \text{ моль} \\ m(\text{MnO}_2) &= n(\text{MnO}_2) \cdot M(\text{MnO}_2) = 0.1 \cdot 87 = 8.7 \text{ г} \\ n(\text{HCl}) &= 4 \cdot n(\text{MnO}_2) = 0.4 \text{ моль} \\ n_0(\text{HCl}) &= 16 \cdot 0.1 = 1.6 \text{ моль} \end{aligned}$$

Қатты қалдықтағы екінші компоненттің (X) массасын және ол әрекеттескен тұз қышқылының химиялық мөлшерін табамыз:

$$\begin{aligned}m(X) &= 32.7 - 8.7 = 24 \text{ г} \\n(\text{HCl}) &= 1.6 - 0.4 = 1.2 \text{ моль} \\X + n\text{HCl} &\longrightarrow \dots\end{aligned}$$

X заты белгілі бір металдың оксиді болып табылады. (Қарапайым металл және металл нитриті есеп шарттарына ешбір жағдайда сәйкес келмейді.) Реакцияның стехиометриясына байланысты берілген заттың молярлық массасы 20-ға еселік мәндерге ие болуы мүмкін. Бұл оксидтің молярлық массасы 20 г моль<sup>-1</sup>, 40 г моль<sup>-1</sup>, 60 г моль<sup>-1</sup>, т.б.

Молярлық массасы 20 г/моль болғанда белгісіз элементтің молярлық массасы 8 г/моль болатын мүмкін емес оксид алынады.

Молярлық массасы 40 г/моль болғанда екі нұсқа пайда болады: MgO және C<sub>2</sub>O. C<sub>2</sub>O жоқ, ал MgO есептің шарттарына сәйкес келеді.

Молярлық массасы 60 г/моль болғанда SiO<sub>2</sub> шығады. Алайда кремний нитраты табиғатта кездеспейді.

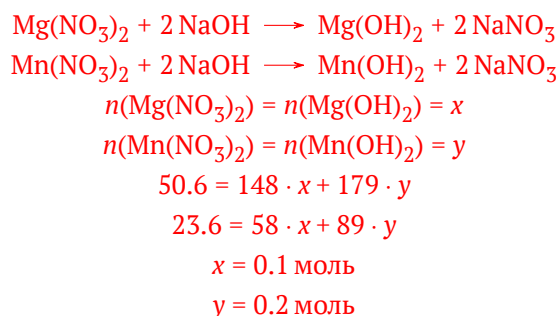
Бұл бастапқы қоспаның құрамында магний нитраты (Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) және марганец нитраты (Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) бар екенін білдіреді.

#### 4.2 (14 ұпай)

Қоспаның суда еріген бөлігің массасын табайық:

$$m = 83.3 - 32.7 = 50.6 \text{ г}$$

Бұл масса нитраттардың қоспасы болып табылады. Содан кейін бұл қоспаны натрий гидроксидімен өңдеді, содан кейін тұнбалар түзілді. Бұдан қоспалардағы заттардың химиялық мөлшерін табамыз:



Қоспалардағы заттардың массаларын массалық үлестерді есептеу үшін анықтайық:

Қоспа 1 үшін:

$$n_o(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ моль}$$

$$n_o(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 0.1 + 0.6 = 0.7 \text{ моль}$$

$$m_o(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = 0.3 \cdot 179 = 53.7 \text{ г}$$

$$m_o(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 0.7 \cdot 148 = 103.6 \text{ г}$$

$$w(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{53.7}{157.3} = 0.3414$$

$$w(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{103.6}{157.3} = 0.6586$$

Қоспа 2 үшін:

$$m(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = 0.2 \cdot 179 = 35.8 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 0.1 \cdot 148 = 14.8 \text{ г}$$

$$m(\text{MnO}_2) = 0.1 \cdot 87 = 8.7 \text{ г}$$

$$m(\text{MgO}) = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ г}$$

$$w(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{35.8}{83.3} = 0.43$$

$$w(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{14.8}{83.3} = 0.178$$

$$w(\text{MnO}_2) = \frac{8.7}{83.3} = 0.104$$

$$w(\text{MgO}) = \frac{24}{83.3} = 0.288$$

Қоспа 3 үшін:

$$m(\text{MnO}_2) = 0.1 \cdot 87 = 8.7 \text{ г}$$

$$m(\text{MgO}) = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ г}$$

$$w(\text{MnO}_2) = \frac{8.7}{32.7} = 0.266$$

$$w(\text{MgO}) = \frac{24}{32.7} = 0.734$$

Қоспа 4 үшін:

$$m(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 0.2 \cdot 89 = 17.8 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0.1 \cdot 58 = 5.8 \text{ г}$$

$$w(\text{Mn}(\text{OH})_2) = \frac{17.8}{23.6} = 0.754$$

$$w(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{5.8}{23.6} = 0.246$$

4.3 (5 ұпай)

Алынған ерітіндінің массасын анықтайық:

$$m = 149.4 + (83.3 - 32.7) = 200 \text{ г}$$

Ерітіндідегі еріген заттардың массалық үлестерін анықтайық:

$$w(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{35.8}{200} = 0.179$$

$$w(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{14.8}{200} = 0.074$$

## №5 Есеп. Комплекстердің изомерлері

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	Барлығы	Үлесі(%)
1	3	3	1	2	10	15

Автор: Бекхожин Ж.

### 5.1 (1 ұпай)

А құрамындағы бейметалл галоген болып табылады, өйткені олар тек суда еритін бинарлы қосылыстар береді және сонымен бірге күміс нитраты бар ақ тұнба береді. Карбонатты синтездеу үшін пайдаланылғанына және алынған комплекстің реакциясында әк суымен тұнба түзетін газды бөлетініне сүйене отырып, Д -  $\text{CO}_2$ . Д үшін **0.5** ұпай, ал бейметалл галоген дегені үшін **0.5** ұпай.

### 5.2 (3 ұпай)

Екі лиганд да бидентті, бұл олардың карбонат және этилендиамин екенін көрсетеді, өйткені сутегі асқын тотығы екі оттегі арқылы координацияланғанда тым тығыз үш мүшелі сақина түзілетін еді. **0,5** ұпай дұрыс лигандтар үшін. Азот пен көміртектің массалық үлестерінен молекулада 4 азот атомы және 5 көміртек атомы бар екенін алуға болады:

$$\frac{\omega_N}{M_N} : \frac{\omega_C}{M_C} = \frac{0.2041}{14.01} : \frac{0.2186}{12.01} = 1 : 1.25 = 4 : 5$$

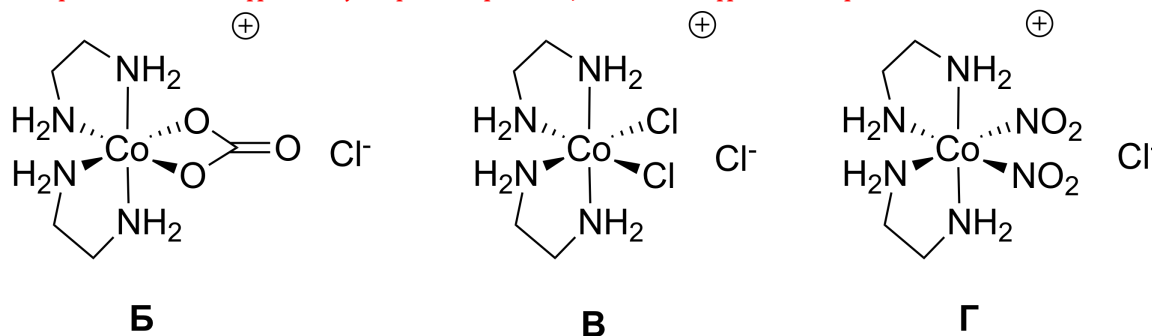
Бұл екі этилендиаминге және бір карбонатқа сәйкес келеді, өйткені контрион бірдей галоген және контрион құрамында көміртегі мен азот бола алмайды. **0,5** ұпай лигандтардың дұрыс саны үшін беріледі. Мұндай лигандтар шартты қанағаттандыратын октаэдрлік ортаны идеалды түрде береді. Металдың массалық үлесін және азот атомдарының санын пайдалана отырып, металдың массасы  $58,92 \text{ г моль}^{-1}$  болатынын анықтаймыз, ол кобальтқа сәйкес келеді:

$$\frac{\omega_N}{M_N} : \frac{\omega_X}{M_X} = 4 : 1$$
$$M_X = 4 \cdot M_N \cdot \frac{\omega_N}{\omega_X} = 58.92 \text{ г моль}^{-1}$$

**1** ұпай металдың молярлық массасы және кобальт болғаны үшін. **Б** комплексінің шығымы сандық болғандықтан, **А**-дағы металдың массасы **Б**-дағы металдың массасына тең; кобальттың массалық үлесін пайдаланып, бұл  $1.371 \cdot 0.2146 = 0.2942 \text{ г}$ . Сонда қалған масса галогенге келеді; Кобальт негізінен  $\text{CoHal}_n$  формуласына сәйкес 2 немесе 3 тотығу дәрежесінде болатынын ескере отырып, галогеннің молярлық массасы  $M_{\text{Hal}} = M_{\text{Co}} \cdot \frac{m_{\text{A}} - m_{\text{Co}}}{m_{\text{Co}}} \div n = 35,43$  немесе  $23,62 \text{ г моль}^{-1}$  болатынын анықтаймыз; бірінші мән хлорға сәйкес келеді, сондықтан **А** -  $\text{CoCl}_2$ . Хлор үшін **0,5** ұпай. Келесі абзацта **Б** құрылымын қараңыз (**0,5** ұпай).

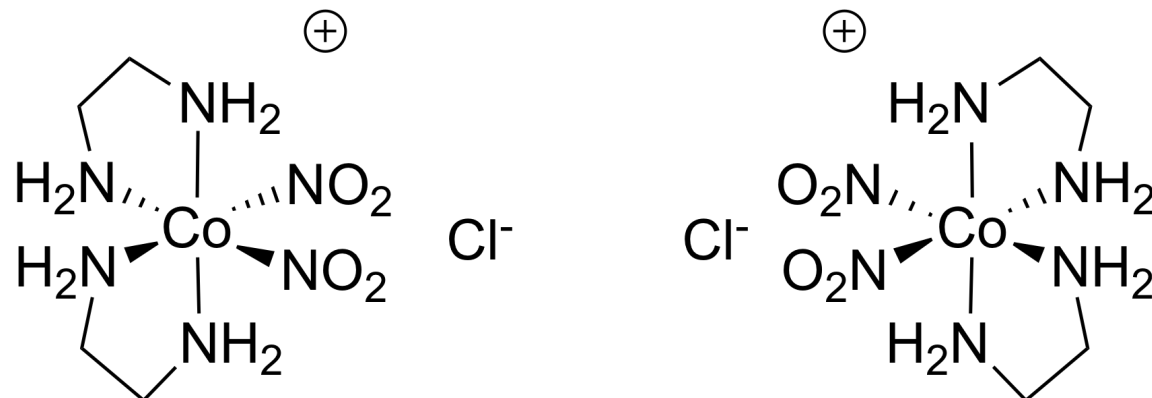
### 5.3 (3 ұпай)

**В** тұз қышқылымен әрекеттесу арқылы алынғандықтан және азоттың массалық үлесі шамамен бірдей болып қалатындықтан, көмірқышқыл газы ұшып кетті, карбонат лигандының көмірқышқыл газы мен суға ыдырады деп болжауға болады, сонда **В** - контрионы ретінде хлориді бар аквакомплекс, бірақ бұл азоттың массалық үлесіне сәйкес келмейді. Демек, онда **В** - массалық үлеске сәйкес келетін хлоридті кешен. **Г**-да азоттың массалық үлесі өсті, бұл азот қышқылының комплекске енгенін көрсетеді. Массалық үлесінен және барлық азоттардың металмен байланыс түзетіндіктен **Г** нитрокомплекс болып табылады. **В** құрамындағы хлоридтер ішкі координациялық сферада болғандықтан, **В** құрамында үш хлор атомы болғанымен, күміс нитратымен түзілетін тұнбаның мөлшері өзгермейді. **В** және **Г** құрылымдарының әрқайсысы үшін 1 ұпай; тұнбаның мөлшері өзгермейді деген дұрыс жауап үшін 1 ұпай. **Б**, **В** және **Г** құрылымдары:



### 5.4 (1 ұпай)

**Г**-ның энантиомерлері (әр құрылым үшін 0.5 ұпай):



### 5.5 (2 ұпай)

Катионда екі металл атомы бар екенін біле отырып, азот атомдарының санын есептейік:

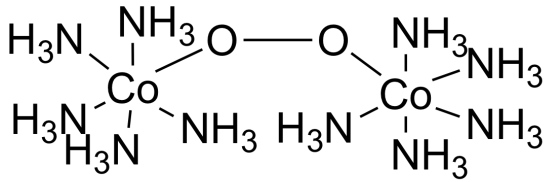
$$\frac{\omega_N \cdot M_{Co}}{\omega_{Co} \cdot M_N} \cdot 2 = 10$$

Мұнда ерітінді арқылы оттегіні өткізетіндіктен, ол тотықтырғыш, кобальт тотықсыздандырғыш болып табылады. Катионның молярлық массасы  $10 \cdot M_N \div \omega_N = 320.23 \text{ г моль}^{-1}$  болады және 10 аммиак молекуласы мен 2 кобальт атомының массасын алып тастасақ,  $32.03 \text{ г моль}^{-1}$  қалады, ал бұл оттегіге сәйкес келеді. Сосын тотығудан кейін ғана лигандтың радикалға айналғанын және оттегінің тотықсызданғанын

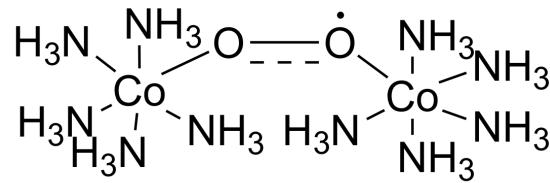
біле отырып, Д- пероксид көпірші лиганд қызметін атқаратын пероксокомплекс. Ж-да пероксид супероксидке дейін тотыққан. Д катионы үшін 1.5 ұпай, Ж катионы үшін 0.5 ұпай.

4+

5+



Д



Ж

## №6 Есеп. Коллигативті қасиеттер

6.1	6.2	6.3	Барлығы	Үлесі(%)
5	2	3	10	12

Автор: Бекхожин Ж.

### 6.1 (5 ұпай)

Бастапқы ерітіндідегі күкірт қышқылының массалық үлесі  $\omega_{H_2SO_4}$  болсын, онда эбулиоскопиялық константа мен молярлық анықтамасын қолданып, мынаны аламыз:

$$C = \frac{3 \cdot \omega_{H_2SO_4} \cdot \rho_{H_2SO_4} \cdot V_{H_2SO_4} \div M_{H_2SO_4}}{(1 - \omega_{H_2SO_4}) \cdot \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} + \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O}} = \frac{\Delta T}{C_{ebulosopic}}$$

Бөлшектің алымында еріген иондардың моль саны тұр, бұл күкірт қышқылының мольдерінен үш есе көп, өйткені бір молекула екі сутегі ионына және бір сульфат ионына диссоциацияланады; бөлгішінде еріткіш болып табылатын судың кг-дағы массасы, ол эбулиоскопиялық константа арқылы қайнау температурасының жоғарылауымен байланысты молярлықты береді. Алынған теңдеуді шешіп, табатынымыз

$$\omega_{H_2SO_4} = 89.11\%$$

Дұрыс жауап үшін 1 ұпай.

Олеум суда еріген кезде барлық пирокүкірт қышқылы бір судың эквивалентін жұмсап, күкірт қышқылына дейін гидролизденеді. Осылайша, алымында күкірт қышқылынан (бір молекуладан 3) және пирокүкірт қышқылынан (бір молекуладан 6, өйткені гидролиз кезінде күкірт қышқылының екі молекуласы түзілетін) иондар саны, бөлгіште судың массасы реакцияға жұмсалғандықтан азайған судың массасы тұрады. Күкірт қышқылы қысқартылған түрде S; пирокүкірт қышқылы – S<sub>2</sub>, олеум – ol.

$$C = \frac{3 \cdot \omega_S \cdot \rho_{ol} \cdot V_{ol} \div M_S + 6 \cdot \omega_{S_2} \cdot \rho_{ol} \cdot V_{ol} \div M_{S_2}}{\rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} - M_{H_2O} \cdot \omega_{S_2} \cdot \rho_{ol} \cdot V_{ol} \div M_{S_2}} = \frac{\Delta T}{C_{ebulosopic}}$$

$$\omega_{H_2SO_4} = 9.77\%; \omega_{H_2S_2O_7} = 90.33\%$$

Әрбір дұрыс массалық үлес үшін 1 ұпайдан.

Бастапқы және соңғы массалық үлестерді, сондай-ақ реакцияның стехиометриясын біле отырып, келесі теңдеулерді аламыз:

$$n'_{H_2SO_4} + n'_{H_2S_2O_7} = n_{H_2O} + n_{H_2SO_4} = \rho_1 \cdot V_1 \cdot \left( \frac{\omega'_{H_2O}}{M_{H_2O}} + \frac{\omega'_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} \right)$$

$$\omega'_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4} \cdot n'_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4} \cdot n'_{H_2SO_4} + M_{H_2S_2O_7} \cdot n'_{H_2S_2O_7}}$$

Штрих бар мәндер соңғы шешімді білдіреді. Осыдан реакцияға түскен күкірт ангидридiнiң массасы:

$$m_{SO_3} = M_{SO_3} \cdot (n_{H_2O} + n'_{H_2S_2O_7}) = 117\text{г}$$

ерiтiндi массасы -  $117 \cdot 1.81 + 117 = 328.77\text{г}$ , дұрыс масса үшiн **1.5** ұпай. реакцияға түскен күкiрт ангидридiнiң үлесi -  $117 \div 200 \cdot 100\% = 58.5\%$ , дұрыс үлес үшiн **0.5** ұпай.

### 6.2 (2 ұпай)

Кальций сульфатының моль санын есептейiк, ол үшiн олеумдағы күкiрттiң моль санын анықтаймыз, өйткенi бұл жерде сульфат мольдердiң соңғы санын анықтайтын реагент болып табылады.

$$n_{CaSO_4} = n_{H_2SO_4} + 2 \cdot n_{H_2S_2O_7} = \rho \cdot V \cdot \left( \frac{\omega_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} + 2 \cdot \frac{\omega_{H_2S_2O_7}}{M_{H_2S_2O_7}} \right)$$

$$n_{CaSO_4} = 0.2227\text{mol}$$

Толық диссоциация болған жағдайда қайнау температурасының теориялық айырмашылығы:

$$\Delta T_{max} = 2 \cdot 2.146 \cdot 0.2227 \div 1 = 0.9558^\circ\text{C}$$

Дұрыс айырмашылық үшiн **1** ұпай.  $\alpha$  - кальций сульфатының диссоциациялану дәрежесi, яғни кальций иондарының моль санының кальцийдiң жалпы мөлшерiне қатынасы. Онда

$$\Delta T_{max} \cdot \alpha + \Delta T_{max} \div 2 \cdot (1 - \alpha) = \Delta T$$

$$\alpha = 46.47\%$$

Дұрыс диссоциация дәрежесi үшiн **1** ұпай.

### 6.3 (3 ұпай)

Күкiрт қышқылының соңғы массалық үлесiнiң барлық мәндерi ағымдағы массалық үлестен (9.77 %) жоғары болғандықтан, тек су қосу керек. Бұл жағдайда пиросульфат қышқылы судың бiр молекуласымен әрекеттесiп, күкiрт қышқылының екi молекуласын түзедi. Жалпы алғанда,  $m$  грамм олеумге  $m'$  грамм су қосқаннан кейiн, егер барлық пирокукiрт қышқылын толық гидролиздеу үшiн су көп болмаса, күкiрт қышқылының соңғы массалық үлесi:

$$\omega' = \frac{\omega_{H_2SO_4} \cdot m + 2 \cdot m' \div M_{H_2O} \cdot M_{H_2SO_4}}{m + m'}$$

$$m'_{10\%} = 0.00213\text{г}; m'_{30\%} = 0.191\text{г}; m'_{50\%} = 0.387\text{г}$$

$$m'_{70\%} = 0.591\text{г}; m'_{90\%} = 0.803\text{г}$$

Әр масса үшiн **0.6** ұпайдан.

## №7 Есеп. Термодинамикадағы теңдік

7.1	7.2	7.3	7.4	Барлығы	Үлесі(%)
6	14	16	5	41	12

Автор: Касьянов А.

### 7.1 (6 ұпай)

Аргон атомы үш өлшемді кеңістікте орналастырылғандықтан, ол үш өлшемде еркін қозғала алады. Демек, аргон атомында **3 трансляциялық еркіндік дәрежесі** бар. Теорема бойынша еркіндік дәрежесінің әрқайсысы  $\frac{1}{2}kT$  мөлшерінде үлес қосады. Яғни, аргон атомының трансляциялық энергиясы:

$$E_T = 3 \times \frac{1}{2}kT = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A}$$

Бар мәндерді қойып шықсақ:

$$E_T = \frac{3}{2} \times \frac{8.314 \times 300}{6.022 \times 10^{23}} = 6.21 \times 10^{-21} \text{ Дж}$$

Физика курсынан массасы  $m$  және жылдамдығы  $v$  болатын заттың кинетикалық энергиясы мынаған тең екені белгілі:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Аргон атомының трансляциялық және кинетикалық энергияларын теңестіреміз:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3RT}{2N_A}$$

Аргон атомының массасы  $m_{Ar} = \frac{M_{Ar}}{N_A}$ -ге тең екенін байқай отырып, осы атомның кинетикалық энергиясын өрнектейік:

$$v_{Ar} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{Ar}}}$$

$T = 300 \text{ К}$ -де аргон атомының жылдамдығын есептейік:

$$v_{Ar} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{0.03995}} = 432.78 \text{ м с}^{-1}$$

$v = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$  өрнегінен молекуланың жылдамдығы температура ұлғайғанда ұлғайып, молярлық массасы ұдғайғанда азаятыны көрініп тұр және осы тұста температураның  $n$  есе артуы молекула жылдамдығының  $\sqrt{n}$  есе артуына әкеледі. Осылайша, келесі тұжырымдар дұрыс:

- Бірдей жағдайда оттегінің еркін молекуласы аргонның атомына қарағанда көбірек жылдамдыққа ие
- Температураны 4 есе көтергенде молекула жылдамдығы 2 есе артады

Аргон атомының трансляциялық энергиясы  $\frac{3}{2}kT$ -ны есептегені үшін **2 ұпай**  
Трансляциялық және кинетикалық энергияларды теңестіріп, аргон атомының жылдамдығын есептегені үшін **2 ұпай**

Әрбір дұрыс тұжырымдама үшін **1 ұпайдан**, дұрыс емес тұжырымдама үшін 1 ұпай алынады.



### 7.2 (14 ұпай)

SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Kr
$f_R = 3$	$f_R = 3$	$f_R = 2$	$f_R = 0$
$E_R = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 4.14 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 0$

Ескертпе:

- Көп атомды сызықтық емес молекулалар үшін  $f_R = 3$ , сызықтық үшін  $f_R = 2$ , бір атомды үшін  $f_R = 0$  (барлық айналу осьтері молекуланың осьтері болып табылады)
- Молекулалардың айналу энергиясы  $E_R = \frac{f_R RT}{2N_A}$  формуласы бойынша есептелген

Әрбір молекуланың құрылым үшін **1 ұпайдан**

Әр молекула үшін  $f_R$  анықтағаны үшін **1.5 ұпайдан**

$E_R$  есептегені үшін **1 ұпайдан**

### 7.3 (16 ұпай)

Тербелістік еркіндік дәрежелерінің мөлшері  $f_V = 3N - f_T - f_R$  формуласы бойынша есептеледі, мұндағы  $N$  - молекуладағы атомдар саны

Энергияның әрбір түрі келесі жолмен есептеледі:

$$E_T = \frac{f_T RT}{2N_A} \quad E_R = \frac{f_R RT}{2N_A} \quad E_V = \frac{f_V RT}{2N_A}$$

Молекулалардың жалпы ішкі энергиясы  $U = E_T + E_R + E_V$  ретінде есептеледі.

H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (ацетилен)	PCl <sub>5</sub>
$f_V = 3$	$f_V = 9$	$f_V = 7$	$f_V = 12$
$E_T = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_T = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_T = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_T = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж
$E_R = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 4.14 \times 10^{-21}$ Дж	$E_R = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж
$E_V = 6.21 \times 10^{-21}$ Дж	$E_V = 1.86 \times 10^{-20}$ Дж	$E_V = 1.45 \times 10^{-20}$ Дж	$E_V = 2.49 \times 10^{-20}$ Дж
$U = 1.68 \times 10^{-20}$ Дж	$U = 3.11 \times 10^{-20}$ Дж	$U = 2.49 \times 10^{-20}$ Дж	$U = 3.73 \times 10^{-20}$ Дж

$f_V$  әрбір дұрыс мәні үшін — 0.5 ұпай.  $E_V$  әрбір дұрыс мәні үшін — 0.5 ұпай.  $E_T$ ,  $E_R$  немесе  $U$ -дің әрбір дұрыс мән үшін — 1 ұпай. Егер қатысушы  $f_T$ -нің (немесе  $f_R$ ) дұрыс мәнін көрсетіп,  $E_T$ -ні (немесе  $E_R$ ) қате есептесе, 1 ұпайдың орнына 0.5 ұпай беріледі.

Тармақ бойынша барлығы — 16 ұпай.

### 7.4 (5 ұпай)

Жылу сыйымдылығы – берілген температурадағы молекулалардың энергетикалық сыйымдылығы. Есептің шарттарына сәйкес, молекуланың бұл сыйымдылығы тек молекулалардың трансляциясы, айналуы және тербелісі арқылы анықталады. CO<sub>2</sub> және N<sub>2</sub>O молекулаларының молярлық массалары бірдей, сондықтан олардың молекулаларының кинетикалық энергиясы бірдей температурада бірдей болады. Берілген температурадағы

тербеліс энергиясын елемеуге болады.  $\text{CO}_2$  және  $\text{N}_2\text{O}$  айналу энергиясы бірдей болады, өйткені екі молекула да сызықты. Осылайша  $\text{N}_2\text{O}$  және  $\text{CO}_2$  молекулаларының жылу сыйымдылығы бірдей болуы керек.

**Ескерту.** Шын мәнінде,  $\text{N}_2\text{O}$  жылу сыйымдылығы  $\text{CO}_2$  жылу сыйымдылығынан жоғары, бірақ бұл айырмашылық есептегі контексттен тыс трансляция мен молекулалық айнарудан басқа факторларға байланысты.

Газдардың жылусыйымдылықтарын салыстырғаны үшін **5 ұпай** Түсіндірілмеген жауап үшін **көбінде 1 ұпай**. Химия заңдарына қайшы келмейтін басқа түсіндірулер қабылданады.