

Тұрақтылар

Авогадро саны, N_A	6.022×10^{23} моль ⁻¹
Элементар заряд, e	1.602×10^{-19} Кл
Әмбебап газ тұрақтысы, R	8.314 Дж моль ⁻¹ К ⁻¹
Фарадей тұрақтысы, F	$96\,485$ Кл моль ⁻¹
Планк тұрақтысы, h	6.626×10^{-34} Дж с
Кельвиндегі температура (К)	$T_K = T_{\circ C} + 273.15$
Ангстрем, Å	1×10^{-10} м
пико, п	$1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12}$ м
нано, н	$1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9}$ м
микро, мк	$1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6}$ 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

Облыстық кезең (2023-2024).

9-сыныпқа арналған ресми шешімдер жинағы.

Мазмұны

Оценивание работ	3
Обращение к членам жюри	3
№1 Есеп. Олеум (10%)	4
№2 Есеп. Интерметаллидтер (12%)	5
№3 Есеп. Бейорганикалық химия (16%)	6
№4 Есеп. Шүмектің суы (16%)	8
№5 Есеп. Азот қышқылының өндірісі (16%)	11

Оценивание работ

Каждая задача в этом комплекте имеет определенный вес, который указывается в таблице, перед условием задачи. Таким образом, участник получает больше баллов не за задачи, в которых больше баллов, а за задачи, которые сложнее. Но использование такой системы может вызвать недопонимания во время проверки работ участников. Поэтому, в этой памятке мы объясняем как правильно считать итоговый результат участника в случае, когда задачам присваиваются веса.

Представим комплект, состоящий из двух задач. Максимальное количество баллов за первую задачу является 80, а ее вес составляет 10%. В свою очередь, максимальное количество баллов за вторую задачу равняется 30, а ее вес — 15%. Допустим, после оценивания работы одного ученика, оказалось, что он получил 25 баллов по первой задаче и 25 баллов по второй. Баллы ученика с учетом веса задачи высчитываются по следующей формуле:

$$\text{Баллы с учетом веса} = \frac{\text{Полученные баллы}}{\text{Максимальный балл}} \times \text{Вес задачи.}$$

Таким образом, за первую задачу данный участник получает $\frac{25}{80} \times 10 = 3.125$ балла, а за вторую — $\frac{25}{30} \times 15 = 12.5$ баллов. Итоговый результат этого ученика является суммой баллов за каждую задачу с учетом ее веса, то есть $3.125 + 12.5 = 15.625$ баллов.

Обращение к членам жюри

Перед вами находится официальный комплект решений областного этапа республиканской олимпиады по химии (2023-2024 учебный год). Мы расписали как должен оцениваться каждый пункт каждой задачи (включая максимальный балл за задачу и за отдельный пункт). Если у вас есть вопросы по решению той или иной задачи или по ее оцениванию, вы можете связаться с составителями через специальный чат для жюри. Ссылка на чат есть на странице qazcho.kz/join/.

В большинстве решений мы указываем разбалловку за финальные ответы. Если не указано иное, вы можете выдавать баллы за правильные рассуждения даже если финальный ответ неправильный или отсутствует вовсе (но иногда авторское решение ограничивает сколько баллов можно давать за рассуждения без конечного ответа). Во всех задачах, за правильный ответ без расчетов и рассуждений (если не указано иное) ученику должно присуждаться 0 баллов.

№1 Есеп. Олеум

Барлығы	Үлесі(%)
5	10

Автор: Бегдаир С.

1.1 (5 ұпай)

Алынған ерітіндінің массасын анықтайық:

$$m_1 = m(\text{олеум}) + m(\text{су}) = 28 + 132 = 160 \text{ г}$$

Олеум мен ерітіндінің көлемдерін анықтайық:

$$V(\text{олеум}) = \frac{m(\text{олеум})}{\rho(\text{олеум})} = \frac{28}{2} = 14 \text{ мл} = 0.014 \text{ л}$$

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{160}{1.15} = 139.1 \text{ мл} = 0.1391 \text{ л}$$

Молярлық концентрациялардың айырмасын теңдеу түрінде жазайық:

$$C_{M,\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_{M,1}(\text{H}_2\text{SO}_4) + 5.68$$

$$\frac{n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{олеум})} = \frac{n_0(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_1} + 5.68$$

Олеум мен ерітіндідегі күкірт қышқылының химиялық мөлшерін білмейтініміздіктен, заттардың бірінің массалық үлесін x деп белгілеп, оларды анықтаймыз:

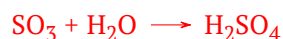
$$\omega_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = x$$

$$\omega_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 - \omega_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = 1 - x$$

$$m_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = m_{\text{олеум}} \cdot \omega_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = 28x$$

$$m_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{олеум}} \cdot \omega_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 28 \times (1 - x)$$

Олеумді суға қосқаннан кейін күкірт қышқылының массасын анықтаймыз:



$$n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = \frac{m_{\text{олеум}}(\text{SO}_3)}{M(\text{SO}_3)} = \frac{28x}{80} = 0.35x$$

$$n_{\text{түз}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = 0.35x$$

$$m_{\text{түз}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{түз}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.35 \cdot x \cdot 98 = 34.3x$$

$$m_0(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_{\text{түз}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 28 \times (1 - x) + 34.3 = 28 + 6.3x$$

Олеум мен ерітіндідегі күкірт қышқылының химиялық мөлшерін анықтаймыз:

$$n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{28 - 28x}{98}$$
$$n_o(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_o(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{28 + 6.3x}{98}$$

$n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ мен $n_o(\text{H}_2\text{SO}_4)$ -ті молярлық концентрациялармен теңдеуге қойып шығамыз:

$$\frac{n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_{\text{олеум}}} = \frac{n_o(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_1} + 5.68$$
$$\frac{(28 - 28x)/98}{0.014} = \frac{(28 + 6.3x)/98}{0.1391} + 5.68$$
$$x = 0.6073 \approx 0.61$$

Олеумдегі күкірт триоксидінің массалық үлесін анықтаймыз:

$$\omega_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = x \approx 0.61$$

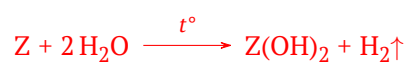
№2 Есеп. Интерметаллидтер

2.1	2.2	Барлығы	Үлесі(%)
8	2	10	12

Автор: Жақсылықов А.

2.1 (8 ұпай)

Z-ті шешуден бастауға болады. Бұл сілтілі жер металы және сумен ол гидроксид түзеді. Содан кейін ыстық сумен **Z** реакциясын жаза аламыз:



Гидроксидтің метал үлгісі әрекеттесетіндей мөлшерде түзілетінін көруге болады. Бұл жағдайда реакцияға түскен металдың және түзілген гидроксидтің массасын пайдалана отырып, келесі теңдеу құруға болады:

$$\frac{1.090}{M_Z} = \frac{2.615}{M_Z + 34.016}$$

(Элементтердің молярлық массаларының ең дәл мәндерін қолданған жөн, өйткені үлгілердің массалары жоғары дәлдікпен берілген.)

Теңдеуді шешу арқылы **Z** молярлық массасының мәнін алуға болады. $M_Z = 24.31 \text{ г моль}^{-1}$, ол магнийге сәйкес келеді (**2 ұпай**). Ал бұл жағдайда **B** қосылысы $\text{Mg}(\text{OH})_2$ болады (**1 ұпай**).

Y металының сипаттамасынан оның мыс екені анық көрінуі керек. (**1 ұпай**)

Енді **Y** пен **Z**-ті біле отырып, оның молярлық массасын өрнектеу үшін **X**-тің **A**-дағы массалық үлесі туралы ақпаратты пайдалана аламыз. Формула бірлігіндегі атомдардың жалпы санын N , мыс атомдарының санын y , магний атомдарының санын z деп белгілейік. Бұл жағдайда біз келесі өрнекті аламыз:

$$0.3804 = \frac{M_X \cdot (N - y - z)}{yM_Y + zM_Z + (N - y - z) \cdot M_X}$$

Бұл теңдеуден **X** молярлық массасын өрнектей аламыз (**1 ұпай**):

$$M_X = \frac{0.3804 \cdot (63.55y + 24.31z)}{0.6196 \cdot (N - y - z)}$$

Металларалық қосылыс 3 элементтен тұрады, яғни N 3-тен 5-ке дейінгі мәндерге ие бола алады. y және z тек бүтін сандар болуы мүмкін. Бұл жағдайда сіз осы параметрлердің әртүрлі нұсқаларын оңай таңдап, **Z**-тің молярлық массаны таба аласыз.

N	y	z	M_X	X
5	1	1	17.98	-
5	2	1	46.48	-
5	1	2	34.43	-
5	2	2	107.88	Ag
5	3	1	131.97	-
5	1	3	83.79	Kr
4	1	1	26.97	Al
4	2	1	92.96	Nb
4	1	2	68.87	-
3	1	1	53.94	-

X молярлық массасы 80 г моль^{-1} аспайтыны туралы ақпарат берілген. Сондықтан, алюминий жалғыз ақылға қонымды нұсқа болып табылады. Бұл жағдайда **X** — Al (**2 ұпай**) және металаралық қосылыс **A** — Al_2CuMg (**1 ұпай**).

Тармақ бойынша барлығы — 8 ұпай.

2.2 (2 ұпай)

Al^{3+} иондарына сапалық реакция — ерітіндіге сілтіні қосу, соның арқасында $\text{Al}(\text{OH})_3$ тұнба түзеді (**1 ұпай**). Бұл жағдайда артық сілтіні қосу $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ -тің түзілуіне байланысты тұнбаның еруіне өкеледі (**1 ұпай**).

Егер Al^{3+} иондарын бір мағыналы анықтауға болатын басқа сапалық реакция берілсе, осы тармақ үшін толық 2 ұпай беріледі.

№3 Есеп. Бейорганикалық химия

3.1	3.2	3.3	Барлығы	Үлесі(%)
12	9	4	25	16

Автор: Жақсылықов А.

3.1 (12 ұпай)

Суретте **A** құрылымында қызғылт және жасыл атомдардың қабаттары кезектесіп тұрғаны көрсетілген. Бұдан мынадай қорытынды жасауға болады: **A** — екілік қосылыс және оның

формула бірлігіндегі элементтер санының қатынасын оның құрылымынан көршілес екі қабатты қарастыру арқылы табуға болады. Құрылымның жоғарғы көрінісінен сіз бұл құрылымды екі қызғылт және бір жасыл атомның комбинациясын кезектестіру арқылы салуға болатынын көре аласыз. Бұдан мынандай қорытынды жасауға болады: **A** формуласы — JL_2 (**1 ұпай**), мұнда **J** және **L** кейбір элементтер, олардың біреуі **X** элементі болып табылады.

A-ның мольдік массасы $45.93 \text{ г моль}^{-1}$ болғандықтан, келесі теңдеуді жазуға болады:

$$M_J + 2 \cdot M_L = 45.93.$$

Әлбетте, **J** сутегі немесе гелий бола алмайды. Егер бұл анық болмаса, олардың молярлық массасын теңдеуге қойып көруге болады, содан кейін **L** молярлық массасы жоқ элементке сәйкес келеді. Бұл **L**-дың молярлық массасы шамамен 20 г моль^{-1} -дан аспайтынын білдіреді. Өйткені, ол 20 г моль^{-1} немесе одан көп болса, **J** молярлық массасы ол болуы мүмкін элемент үшін тым аз болып шығады. Периодтық жүйеде молярлық массасы 20 г моль^{-1} -ден аз элементтер көп емес, сондықтан **L** үшін әртүрлі элементтерді тез таңдап, **A** қосылысы үшін екі нұсқаны алуға болады: Li_2S ($MM = 45.94 \text{ г моль}^{-1}$) және MgB_2 ($MM = 45.93 \text{ г моль}^{-1}$). Li_2S тапсырманың сипаттамасына сәйкес келмейді. Оған қоса **X** қара немесе қоңыр ұнтақ екені айтылады. Бұл сипаттамаға тек бор ғана сәйкес келеді. Демек, **X** — **B**, **Y** — **Mg** ал **A** — MgB_2 .

Бұдан **B** — B_2O_3 екенін түсінуге болады. **C** түзілу реакциясы хлорлау екенін болжау қиын емес, сондықтан **C** — BCl_3 болады. Суға BCl_3 қосқанда, ол гидролизденіп бор қышқылын түзеді, **D** — H_3BO_3 . Бұл ойдың дұрыстығын **D** симметриясына қатысты сөздермен де көрсетуге болады. Метанолдың артық болуы және **D** қосылысының симметриясының **E**-ге көшу кезінде сақталуы **E** — $(CH_3O)_3B$ екенін көрсетуі керек.

Бор оксиді су буымен әрекеттескенде HBO_2 молекулалары (**H** қосылысы) түзіледі.

G түзу реакциясы фторлау болып табылады, сондықтан **G** — BF_3 . Ал $NaNH$ -мен әрекеттескенде, B_2H_6 түзіледі (**F** қосылысы; BH_3 те қабылданады).

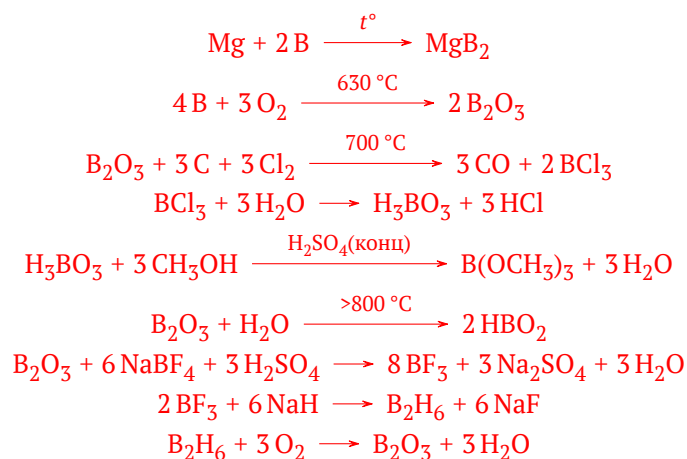
Әрбір белгісіз затты табу үшін (**A–H**, **X**, **Y**) — **1 ұпай** (барлығы 10 ұпай).

Қосымша **1 ұпай A** қосындысының сәйкестігін табу немесе растау үшін есептеулер мен дәлелдемелерді пайдаланғаны үшін беріледі. Егер есептеулер қолданылмаса, ұпай берілмейді. Сонымен қатар, бұл жағдайда **A** қосылысының өзі үшін ұпай берілмейді, ал қалған барлық қосылыстарды табу үшін біреудің орнына тек **0.5 ұпай** беріледі.

Тармақ бойынша барлығы — 12 ұпай.

3.2 (9 ұпай)

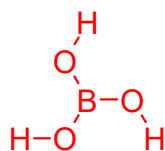
Теңгерілген реакция теңдеулері:



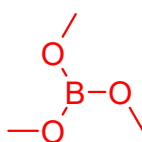
Әрбір реакция үшін **1 ұпай**. Егер реакциядағы коэффициенттер дұрыс болмаса немесе мүлде жоқ болса, реакцияға **0.5 ұпай** беріледі.

Тармақ бойынша барлығы — 9 ұпай.

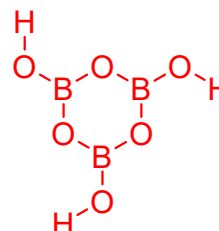
3.3 (4 ұпай)



D



E



H

D және **E** құрылымдары үшін **1 ұпай**. **H** құрылымы үшін **2 ұпай**.

Тармақ бойынша барлығы — 4 ұпай.

№4 Есеп. Шүмектің суы

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	Барлығы	Үлесі(%)
2	2	2	3	1	5	8	1	24	16

Автор: Бисенали С.

4.1 (2 ұпай)

ЭДТА-ның брутто формуласы — $C_{10}H_{16}N_2O_8$.

Дұрыс формула үшін — 2 ұпай. Егер оқушы көміртегі, азот пен оттегі атомдарының санын дұрыс тауып, сутек атомдарының санын қате тапса, 0.5 ұпай беріледі.

4.2 (2 ұпай)

$$n(EDTA) = \frac{m(EDTA)}{Mr(EDTA)} = \frac{1.622}{292} = 5.55 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$c(EDTA) = \frac{n(EDTA)}{V} = \frac{5.55 \cdot 10^{-3}}{1} = 5.55 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

Зат мөлшері мен концентрацияны дұрыс есептегені үшін бір ұпайдан беріледі. Егер оқушы $C_{12}H_{20}N_2O_8$ -ді ЭДТА-ның формуласы ретінде қолданса, онда келесі мәндер шығу керек:

$$n(EDTA) = 5.07 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$c(EDTA) = 5.07 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

4.3 (2 ұпай)

Есептің берілгені бойынша, металдар ЭДТА-мен 1-ге 1 қатынасында әрекет етеді. Сондықтан

$$n(EDTA) = n(Me^{2+})$$

Әрі қарай қарапайым есептеу:

$$n(EDTA) = c(EDTA) \cdot V = 5.55 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10.5}{1000} = 5.83 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$c(Me^{2+}) = \frac{n(Me^{2+})}{V} = \frac{5.83 \cdot 10^{-5}}{0.01} = 5.83 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

Екі есептеу үшін бір ұпайдан беріледі. Егер оқушы $c(EDTA) = 5 \cdot 10^{-3}$ -ді қолданса, келесі жауап үшін толық ұпай саны беріледі:

$$n(EDTA) = 5.25 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$c(Me^{2+}) = 5.25 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

4.4 (3 ұпай)

Жуықтау металдар теңдей жартыдан деп тұрғандықтан, біз 2.3 тармағынан концентрацияны екіге бөліп, екі металдың да концентрациясын таба аламыз:

$$c(Ca^{2+}) = 2.915 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$c(Mg^{2+}) = 2.915 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

Демек бір литрдегі магний мен кальций массалары:

$$m(Ca) = Mr(Ca) \cdot n = Mr(Ca) \cdot c(Ca^{2+}) \cdot V = 40 \cdot 2.915 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0.117 \text{ г}$$

$$m(Mg) = Mr(Mg) \cdot n = Mr(Mg) \cdot c(Mg^{2+}) \cdot V = 24 \cdot 2.915 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 0.07 \text{ г}$$

$$m_{\text{қосынды}}(Me) = 0.117 + 0.07 = 0.187 \text{ г} = 187 \text{ мг}$$

Кермектік мәні 120 мг-нан әлдеқайда артық, сондықтан су ішуге жарамсыз.

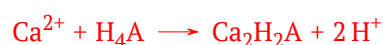
Металдардың концентарцияларын есептегені үшін 1 ұпай, әр металдың массасы үшін 0.5 ұпайдан, қорытынды кермектік пен судың ішуге жарамдылығы туралы сұраққа жауап үшін 0.5 ұпайдан.

4.5 (1 ұпай)

Тұнба болып магний $Mg(OH)_2$ -ні түзіп түседі. Кеңес екінші топта металл радиусы артқан сайын гидроксидтердің ерігіштігі артатындығын қатысушының есіне салуы тиіс.

4.6 (5 ұпай)

Ерітінді $pH = 12$ -де титрленгенде, кальций ғана реакцияға түседі, сондықтан:



$$n(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{EDTA}) \cdot V = 5.55 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{6.76}{1000} = 3.75 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

Ерітіндіні аммиак буферімен титрленгенде $5.83 \cdot 10^{-5}$ моль жұмсалды, демек айырмасы Mg-ге сәйкес келеді.

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 5.83 \cdot 10^{-5} - 3.75 \cdot 10^{-5} = 2.08 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

Бұдан кейін кермектілікті есептеу — оңай есеп.

$$m(\text{Ca}^{2+}) = n \cdot Mr(\text{Ca}) \cdot \frac{1000}{10.0} = 3.75 \cdot 10^{-5} \cdot 40 \cdot \frac{1000}{10.0} = 0.15 \text{ г}$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = n \cdot Mr(\text{Mg}) \cdot \frac{1000}{10.0} = 2.08 \cdot 10^{-5} \cdot 24 \cdot \frac{1000}{10.0} = 0.05 \text{ г}$$

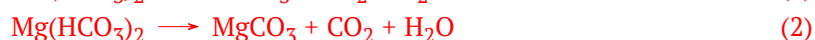
$$\text{кермектілік} = 0.15 + 0.05 = 0.2 \text{ г/л} = 200 \text{ мг/л}$$

Шын кермектілік одан да көбірек болып шығады, суды ішудің қажеті жоқ!

Екі металдың да мольдерін/концентрацияларын есептегені үшін бір ұпайдан. Бір литрдегі металдардың массаларын есептегені үшін бір ұпайдан және соңғы сұраққа жауап үшін 1 ұпай.

4.7 (8 ұпай)

Соңғы екі тармақты шешу үшін оқушыға химиялық білгірлік қажет. Сонымен қатар, ол өзінің идеяларын ұсынып, сынауға қабілетті болу керек. Есепте сипатталған тұздар кальций мен магний тұздары екендігі анық, бірақ аниондар белгісіз. Суды қайнату барысында еріген кальций мен магний көмірқышқыл газын бөле карбонаттар болып тұнбаланады. Бұл сізге қақтың түзілуі ретінде таныс болуы мүмкін. Сондықтан **A** — CaCO_3 , **B** — MgCO_3 , **C** — CO_2 . Реакция теңдеуі:



D тұзын суға қосқанда кальций мен магний кристалдары түзіледі. Екі металмен де тұнбалар түзе алатын аниондар көп емес: фосфат, карбонат немесе силикат. Карбонат бола алмайды, ал “әрбір мектеп оқушысына таныс” сипаттамасы фосфатқа келеді. Егер **E** — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, ал **F** — $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ деп болжасақ, массаның кемуі туралы ақпарат бойынша x пен y -ті табуға болады.

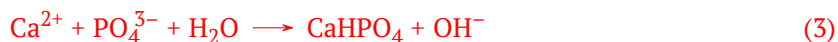
$$0.209 = \frac{18x}{18x + 120 + 190}$$

$$0.3103 = \frac{18y}{18y + 72 + 190}$$

$$x = 4.55, \quad y = 6.54.$$

Бұл жерде бір гәп бар екендігі анық. Сонымен қатар, әрі қарайғы термолизде фосфаттар қалай ыдырайтыны түсініксіз, сондықтан ортофосфат туралы ойды жоққа шығарған дұрыс. Есепте әрі қарайғы прогресс үшін ерітіндіде ортофосфор қышқылының қай түрі басым екендігі туралы ойлана бастау қажет! pH шамамен 7-ге жуық болғанда, фосфор

қышқылының басты түрі — гидрофосфат, HPO_4^{2-} . Сондықтан **E** — $\text{CaHPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, ал **F** — $\text{MgHPO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ деп болжаған орынды. Массаның кемуі бойынша есептеу енді $x = 2$, $y = 3$ -ті береді. **D** ретінде Na_3PO_4 те, Na_2HPO_4 те қабылданады.



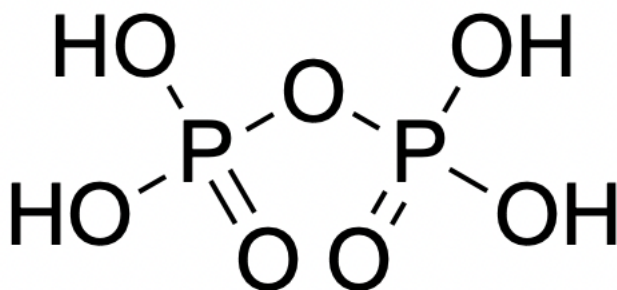
3 пен 4 теңдеулерінде CaHPO_4 пен MgHPO_4 -ке алып келетін кез-келген қисынды реакциялар дұрыс болып саналатын болады.

Гидрофосфаттың ыдырауы өте белгілі реакция және пирофосфатқа алып келеді. Сондықтан **J** — $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$, **K** — $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.



Әр реакция үшін — 0.5 ұпайдан, әр зат үшін — 0.5 ұпайдан. Қатысушылар **A**-дан **B**-ны және **J**-ден **K**-ні еш айыра алмайды, сондықтан **A** мен **B** немесе **J** мен **K** өзара шатасқан болса, толық ұпай саны беріледі.

4.8 (1 ұпай)



Сәйкес анионды да салуға болады.

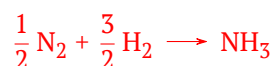
№5 Есеп. Азот қышқылының өндірісі

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Барлығы	Үлесі(%)
1	7	4	3	5	8	4	32	16

Автор: Касьянов А.

5.1 (1 ұпай)

Аммиактың алдындағы коэффициент 1-ге тең болатындай, оның синтезінің реакциясын жазу қажет:



Дұрыс қойылған коэффициенттер мен реакция үшін **1 ұпай**.
Егер аммиактың алдындағы коэффициент 2-ге тең болса, **0.25 ұпай**.

5.2 (7 ұпай)

$\frac{1}{2} \text{N}_2 + \frac{3}{2} \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ реакциясы үшін келесі тұжырымдар дұрыс:

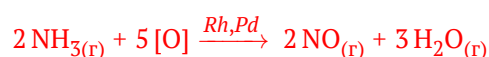
- Реакция экзотермиялық болып табылады (**1 ұпай**)
- Қысым көтерілгенде тепе-теңдік тура реакция жаққа қарай ығысады (**1 ұпай**)
- Температура артқанда тепе-теңдік кері реакция жаққа қарай ығысады (**1 ұпай**)
- Реагенттердің қоспасын жабық, жылудан оқшауланған ыдысқа салып, реакцияның басталуы үшін барлық шарттар орындалғанда, ыдыс ішіндегі температура көтеріледі (**1 ұпай**)
- Реагенттердің қоспасын жабық, жылудан оқшауланған ыдысқа салып, реакцияның басталуы үшін барлық шарттар орындалғанда, ыдыс ішіндегі қысым төмендейді (**1 ұпай**)

Реакцияның өнімінің шығымын арттыру үшін қоспа температурасын түсіру керек, себебі тура реакция экзотермиялық. Дегенмен, қалыпты жағдайдағы азот молекуласының жоғары тұрақтылығының әсерінен азот молекуласындағы байланыс энергиясын еңсеру үшін реакция температурасын салыстырмалы жоғары етіп ұстап тұру қажет.

Азот молекуласының жоғары тұрақтылығы туралы ой үшін **2 ұпай**, бірақ егер химия заңдарына қайшы емес басқа ой келтірілген болса, **1 ұпай**.

5.3 (4 ұпай)

Бұл реакцияның коэффициенттері келесідей:



Оқушы келесі жауаптарды ұсынады деп күтіледі:

- Қысымның түсуі өнімнің шығымының артуына алып келеді, себебі реакцияның оң жағында газ тәріздес молекулалар көбейеді.
- Аммиактың реакциялық қабілетін арттыру үшін катализатор қажет
- Катализатор тепе-теңдікке әсер етпейді, бірақ оған жетуді тездетеді.

Егер барлық коэффициенттер дұрыс қойылған болса, **1 ұпай**. Егер [O] алдында коэффициент болмаса, толық ұпай қойылады.

Әрбір дұрыс тұжырым үшін **1 ұпайдан**. Егер түсіндірусіз келтірілген болса, бірінші тұжырым үшін **0.5 ұпай**

Барлығы — тармақ үшін **4 ұпай**.

5.4 (3 ұпай)

X заты — N_2O_2

Алдымен молярлық газ концентрацияларын есептеп шығу қажет:

$$[\text{NO}] = \frac{n_{\text{NO}}}{V} = \frac{0.3}{10} = 0.03 \text{ моль л}^{-1}$$
$$[\text{O}_2] = \frac{n_{\text{O}_2}}{V} = \frac{0.4}{10} = 0.04 \text{ моль л}^{-1}$$

Реакция жылдамдығын есептеу үшін алынған мәндерді келтірілген формулаға қойып шығу қажет:

$$r = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 121.5 \times 0.03^2 \times 0.04 = 4.374 \times 10^{-3} \text{ моль л}^{-1} \text{ с}^{-1}$$

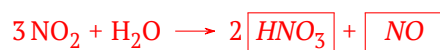
X затын анықтағаны үшін **1 ұпай**.

Әр газдың концентрациясын есептегені үшін **0.5 ұпайдан**.

Реакция жылдамдығын есептегені үшін **1 ұпай**.

5.5 (5 ұпай)

Есептің шартындағы ақпаратқа сүйене отырып, реакцияның өнімдерінің бірі азот қышқылы, HNO_3 , болып табылады. Реакцияны жазудың мүмкін нұсқаларының бірі:



Тотығудың жартылай реакциясы : $\boxed{\text{N}^{+4} - 1e^- \rightarrow \text{N}^{+5}}$

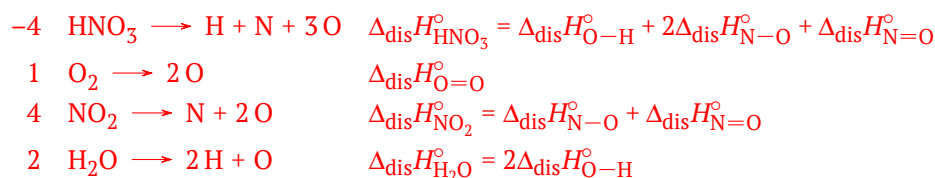
Тотықсыздандудың жартылай реакциясы : $\boxed{\text{N}^{+4} + 2e^- \rightarrow \text{N}^{+2}}$

Коэффициенттері дұрыс қойылған негізгі реакция үшін **3 ұпай**. NH_3 пен N_2 -ден басқа берілгеннен өзгеше тотықсыздану өнімдері қабылданады, себебі азот диоксиді аса күшті тотықсыздандырушы емес.

Негізгі реакцияға сәйкес келетін әрбір дұрыс жартылай реакция үшін **1 ұпайдан**.

5.6 (8 ұпай)

Реакциядағы әрбір молекуланың диссоциациясын келесідей жазамыз және реакциядан сәйкес көбейткіштерді қойып шығайық:



Гесс заңына сәйкес, бүкіл реакцияның энтальпиясын есептеу үшін сәйкес коэффициенттерге көбейтілген барлық алынған энтальпияларды қосамыз.

$$\begin{aligned}\Delta_r H^\circ &= -4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{HNO}_3}^\circ + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}=\text{O}}^\circ + 4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{NO}_2}^\circ + 2\Delta_{\text{dis}} H_{\text{H}_2\text{O}}^\circ = \\ &= -4 \times (\Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}-\text{H}}^\circ + 2\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}-\text{O}}^\circ + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}=\text{O}}^\circ) + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}=\text{O}}^\circ + \\ &+ 4 \times (\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}-\text{O}}^\circ + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}=\text{O}}^\circ) + 2 \times 2\Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}-\text{H}}^\circ = \\ &= -4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}-\text{H}}^\circ - 8\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}-\text{O}}^\circ - 4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}=\text{O}}^\circ + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}=\text{O}}^\circ + \\ &+ 4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}-\text{O}}^\circ + 4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}=\text{O}}^\circ + 4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}-\text{H}}^\circ = \\ &= -4\Delta_{\text{dis}} H_{\text{N}-\text{O}}^\circ + \Delta_{\text{dis}} H_{\text{O}=\text{O}}^\circ = -4 \times 201 + 498 = -306 \text{ кДж моль}^{-1}\end{aligned}$$

Әр реакцияның қосымша көбейткішін анықтағаны үшін **1 ұпайдан**.

Химиялық байланыстардың диссоциациясының энтальпиясы арқылы реакция энтальпиясын дұрыс есептегені үшін **4 ұпай**. Оқушы түсіндіре алған баламалы шешу жолдары үшін **толық ұпай** беріледі.

5.7 (4 ұпай)

Әрі қарай есептеу соңғы кезеңде азот диоксидінің тотықсыздану өнімі азот моноксиді болып табылатынын ескере отырып жүргізіледі. Әр кезең бойынша есептеу осы шешу жолында келтірілген сәйкес реакция теңдеулері бойынша жүреді.

Бірінші реакцияда алынған азот мөлшері x мольді құрайды делік. Бұл жағдайда аммиактың теориялық мөлшері $2x$ мольді құрайды, ал тәжірибелік мөлшері, 60% шығымды ескере отырып, $2x \times 0.6 = 1.2x$ мольді құрайды.

Аммиактың осы мөлшері екінші реакцияға да қатысады. Азот моноксидінің теориялық мүмкін мөлшері бірінші кезеңдегі аммиактың теориялық мөлшеріндей жүреді, яғни $2x$. Дегенмен, монооксидтің тәжірибелік мөлшері екінші кезеңдегі шығымды ескере отырып есептеледі, яғни $1.2x \times 0.7 = 0.84x$ моль.

Үшінші кезеңдегі азот диоксидінің теориялық мөлшері де $2x$ мольді құрайды. Тәжірибелік мөлшері үшінші этаптың шығымын ескеріп $0.84x \times 0.65 = 0.546x$ моль ретінде есептеледі.

Азот қышқылының синтезінің соңғы кезеңінде теориялық мүмкін $2x \times \frac{2}{3} = \frac{4}{3}x$ мольді алуға болады. Сол тұста практикалық мөлшер $0.546x \times \frac{2}{3} \times 0.92 = 0.3348x$ мольді құрайды.

Азот қышқылының шығымын есептеу үшін тәжірибелік мөлшерді теориялыққа бөлу жеткілікті. Осылайша, $\eta = \frac{0.3348x}{\frac{4}{3}x} = 0.2511 = 25.11\%$.

Есептің алдыңғы тармағынан азот диоксидінің тотықсыздануының өнімін таңдауға қарамастан азот қышқылының шығымын есептегені үшін **4 ұпай**. Қатысушы түсіндіре алған шешудің баламалы жолдары қабылданады.