

9 класс

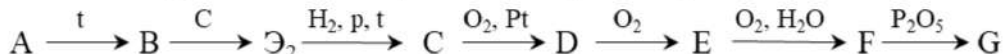
9-1

Э_2 – бесцветный, трудно сжимаемый инертный газ, с очень прочной внутримолекулярной связью.

При разложении соли А, в состав которой Э входит в состав катиона и аниона, образуется В – бесцветный газ, без запаха, сладковатый на вкус, вдыхание его в небольших количествах вызывает судорожный смех, это одно из первых веществ, применяемых в анестезии. При поджигании смеси В с веществом С происходит оглушительный взрыв и получается Э_2 . С – газообразное соединение элемента с резким запахом, отлично растворимое в воде. В промышленности С получают в результате реакции Э_2 с газообразным водородом при повышенной температуре и давлении в присутствии катализатора. На платиновом катализаторе при комнатной температуре С способно окисляться кислородом с образованием D – бесцветного газа, при дальнейшем окислении которого получается E – газ бурого цвета. Если через воду пропустить смесь E и кислорода, то образуется раствор сильной минеральной кислоты F. При пропускании паров F через колонку с оксидом фосфора (V) при -10°C получают бесцветные летучие гигроскопичные кристаллы вещества G.

1. Назовите элемент.

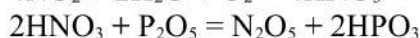
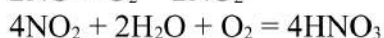
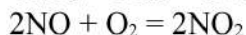
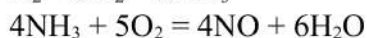
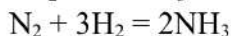
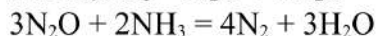
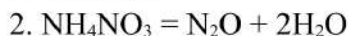
2. Запишите уравнения всех приведенных реакций, согласно схеме.



3. Назовите вещества, приведенные на схеме, по номенклатуре IUPAC, укажите класс соединений, к которому они относятся (простое вещество, оксид, кислота, основание, соль). Запишите структурно-графические формулы соединений В, D, E, F, G.

Решение

1. Э – азот.



3. А – NH_4NO_3 – нитрат аммония, средняя соль; В – N_2O – оксид азота (I), несолеобразующий оксид; С – NH_3 – гидрид азота (аммиак), водородное соединение (гидрид); D – NO – оксид азота (II), несолеобразующий оксид; E – NO_2 – оксид азота (IV), несолеобразующий оксид; F – HNO_3 – азотная кислота, кислота; G – N_2O_5 – оксид азота (V), солеобразующий оксид.

B – N_2O	D – NO	E – NO_2	F – HNO_3	G – N_2O_5

Критерии оценивания:

№		Количество баллов
1	Определение элемента Э	3 балла



	Уравнения реакций (1-7): по 2 балла за реакцию (Без коэффициентов 1 балл)	14 баллов
	Название веществ: по 0,5 балла x 7	3,5 балла
	Указание класса соединений: по 0,5 балла x 7	3,5 балла
	ИТОГО	24 балла

9-2

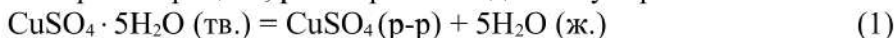
Бордоская жидкость, известная как первый фунгицид, используемый для защиты растений от грибковых заболеваний, была предложена в XIX веке, как безопасное средство для защиты урожая виноградников от воров Жозефом Луи Прустом. Позднее ботаник Пьер Мари Мильярде обнаружил, что обработка плодов растений этой смесью защищает их от грибковых заболеваний и спасает от гниения.

Для приготовления бордоской жидкости необходимо 300 г медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ растворить в воде. В другой посуде «погасить известь»: холодной водой развести 450 г оксида кальция. Затем тонкой струйкой, часто помешивая, влить в «известковое молоко» раствор медного купороса. В результате смесь должна приобрести небесно-голубой цвет.

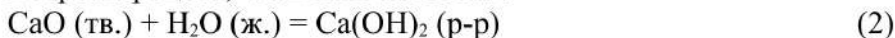
1. Напишите уравнение всех реакций, протекающих при получении бордоской жидкости.
2. Вычислите тепловой эффект процесса получения бордоской жидкости, используя следующие данные: $\Delta H(\text{растворения } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 11,72 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{Ca(OH)}_2) = -985,1 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{CaO, тв.}) = -635,1 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{H}_2\text{O, ж}) = -285,83 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{Ca(OH)}_2, \text{ р-р}) = -985,1 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{CuSO}_4 \text{ р-р}) = -837,9 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{Cu(OH)}_2, \text{ тв.}) = -444,4 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H(\text{CaSO}_4, \text{ тв.}) = -1436,3 \text{ кДж/моль}$.
3. Используя значение теплового эффекта процесса, укажите можно ли для «гашения извести» использовать пластиковую посуду.

Решение:

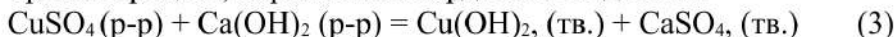
1. Первый процесс, растворение медного купороса:



Второй процесс, «гашение извести»:



Третий процесс, образование бордоской жидкости:



2. $\Delta H(\text{растворения } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 11,72 \text{ кДж/моль}$.

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 300/250 = 1,2 \text{ (моль)}, \Delta H(\text{реакции 1}) = 1,2 \cdot 11,72 = 14,065 \text{ кДж.}$$

$$\Delta H(\text{гашения извести}) = -985,1 - [(-285,83) + (-635,1)] = -64,17 \text{ кДж/моль.}$$

$$n(\text{CaO}) = 450/56 = 8,04 \text{ (моль)}, \Delta H(\text{реакции 2}) = 8,04 \cdot (-64,72) = -520,01 \text{ кДж.}$$

$$\Delta H(\text{образования б.ж.}) = [-444,4 + (-1436,3)] - [(-837,9) + (-985,1)] = -57,7 \text{ кДж/моль}$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) > n(\text{CuSO}_4 (\text{р-р})), 8,04 > 1,2, \text{ образуется } 1,2 \text{ моль } \text{Cu(OH)}_2$$

$$\Delta H(\text{реакции 3}) = 1,2 \cdot (-57,7) = -69,24 \text{ кДж}$$

$$\text{Суммарное значение } \Delta H(\text{процесса}) = 14,065 + (-520,01) + (-69,24) = -575,185 \text{ кДж,}$$

$$\text{тепловой эффект } Q = +575,185 \text{ кДж}$$

3. Выделяется большое количество тепла, для гашения извести не рекомендуется использовать пластиковую посуду. Посуда расплавится.

Критерии оценивания:

№		Количество баллов
	Уравнения реакций при получении бордоской жидкости: по 2 балла за реакцию	6 баллов
	$\Delta H(\text{растворения } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$	5 баллов
	$\Delta H(\text{гашения извести})$	5 баллов

	ΔН(образования б.ж.)	5 баллов
	Суммарное значение ΔН(процесса)	5 баллов
	Ответ на вопрос: можно ли для «гашения извести» использовать пластиковую посуду.	3 балла
	ИТОГО	29 баллов

9-3

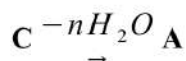
Силикагель является одним из самых эффективных материалов для впитывания влаги. Силикагель, пропитанный солью **A**, используется в приборах для определения влажности. Для этого пропитанный солью **A** осушитель, помещают в прибор, при этом, если влажность мала – соль окрашивает осушитель в сине-голубой цвет, при высокой влажности осушитель приобретает розовый цвет.

Для приготовления индикаторного силикагеля (ГОСТ 8984-75) необходимо:

- на 100 весовых частей гранулированного силикагеля взятые 40 весовых частей безводной соли **B** и три весовых части соли **A**;
- растворить 40 весовых частей **B** в 80 весовых частях воды;
- растворить **A** в воде в соотношении 1:1
- слить сразу оба раствора;
- засыпать в полученный раствор 100 весовых частей силикагеля и выдержать до полного впитывания им всего раствора.
- высушить приготовленный силикагель при температуре от 100 до 120 °С на протяжении 15-20 ч до приобретения им одинаковой ярко-голубой окраски

1. Определите формулы **A**, **B**, **C**, если известно, что:

- при взаимодействии растворов солей **B** и **A** с раствором нитрата серебра, в обоих случаях выпадает творожистый осадок белого цвета (*реакция 1,2*)
- соли **B** и **A** имеют одинаковый количественный состав
- соль **B** окрашивает пламя горелки в кирпично-красный цвет, а с раствором карбоната натрия образуется осадок белого цвета; (*реакция 3*)
- при добавлении раствора сульфида натрия к раствору соли **A** выпадает осадок черного цвета;
- в состав соли **A** входит металл, который получил свое название от шуточного названия «земель», содержащих этот металл, которое означало «подземный гном, насмешливый дух, бессовестный дух», в связи с тем, что примесь этой руды мешала выплавке металлов. У этого металла на d-подуровне присутствует 3 неспаренных электрона.
- практическое применение соли **A** основано на возможности обратимого присоединения и отщепления молекул воды. Общая потеря массы составляет 45,38% (*реакция 4*):



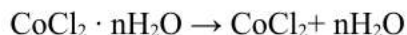
- Рассчитайте массу растворов солей **A** и **B**, которая потребуется для пропитки 50 г силикагеля. Рассчитайте массовые доли солей в используемых растворах.
- Запишите все описанные реакции.
- Определите, сколько нужно взять вещества **C** для получения необходимого количества соли **A**.

Решение:

Соль А: реагирует с нитратом серебра, образуя творожистый белый осадок AgCl. Значит, содержит ион Cl^- . С сульфидом натрия образует черный осадок, что указывает на наличие ионов металла, образующего черный сульфид. Из условия, что на d-подуровне у металла 3 неспаренных электрона и из возможности обратимого присоединения и отщепления молекул воды можно предположить что это хлорид кобальта(II) **CoCl_2** .

Название «кобальт» произошло от немецкого слова «кобольд» (подземный гном, насмешливый дух), так как кобальтовые руды мешали выплавке других металлов.

Потеря массы 45,38% соответствует потере n молекул воды при нагревании. Следовательно, формула кристаллогидрата: $\text{CoCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:



$$130 + 18n - 100\%$$

$$18n - 45,38\%$$

$$n = 6$$



Соль В: реагирует с нитратом серебра, образуя творожистый белый осадок AgCl. Значит, содержит ион Cl^- . Окрашивает пламя в кирпично-красный цвет и образует белый осадок с карбонатом натрия, что указывает на наличие ионов кальция Ca^{2+} .

Соли А и В имеют одинаковый количественный состав. Следовательно, соль **В - хлорид кальция CaCl_2** .

А	В	С
CoCl_2	CaCl_2	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

2. Расчет массы растворов солей для пропитки 50 г силикагеля:

Масса силикагеля: 50 г

$$m(\text{CaCl}_2) = (40/100) \cdot 50 \text{ г} = \mathbf{20 \text{ г}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (80/40) \cdot 20 \text{ г} = 40 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 60 \text{ г}$$

$$m(\text{CoCl}_2) = (3/100) \cdot 50 \text{ г} = \mathbf{1,5 \text{ г}}$$

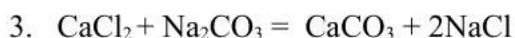
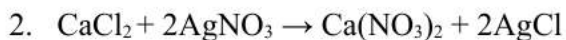
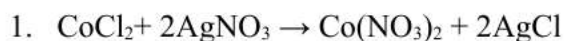
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,5 \text{ г.}$$

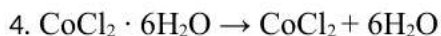
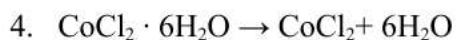
$$m(\text{раствора}) = 3 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CaCl}_2) = (20 \text{ г} / (20 \text{ г} + 40 \text{ г})) \cdot 100\% = \mathbf{33,33\%}$$

$$\omega(\text{CoCl}_2) = (1,5 \text{ г} / (1,5 \text{ г} + 1,5 \text{ г})) \cdot 100\% = \mathbf{50\%}$$

3.





$$m(\text{CoCl}_2) = 1,5 \text{ г}$$

$$n(\text{CoCl}_2) = 1,5/130 = 0,0115 \text{ моль} = n(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 238 \cdot 0,0115 = \mathbf{2,7 \text{ г}}$$

Критерии оценивания:

1	Определение формул А, В, С : по 3 балла за каждую формулу	9 баллов
2	За расчет масс растворов А и В : по 3 балла за каждую массу	6 баллов
3	За расчет массовых долей А и В в растворе: по 1 баллу	2 балла
4	Уравнения реакций 1-4: по 2 балла за каждое уравнение	8 баллов
5	Определение массы С : 2 балла	2 балла
	ИТОГО	27 баллов

9-4

Освоение глубин мирового океана и космического пространства связано с ростом длительности нахождения человека в герметичном объеме, будь то подводные лодки или космические станции. С начала XX века время непрерывного пребывания лодок в подводном положении увеличилось с нескольких часов до полугода, а в пилотируемой космонавтике от 1 ч 48 мин (время полета Ю. А. Гагарина) до 15 лет (суммарное время пребывания станции «Мир») в режиме непрерывной герметизации. Управление качеством воздуха для обеспечения безопасной среды обитания экипажа в условиях полной изоляции от земной атмосферы является одной из самых существенных проблем в функционировании систем жизнеобеспечения в космических кораблях и на подводных лодках.

Наибольшее распространение в России получили системы регенерации воздуха на основе вещества **А**, оранжево-желтого цвета, которое может быть получено при сгорании на воздухе активного металла **Х** серебристо-белого цвета (*реакция 1*). Содержание **Х** в **А** составляет 54,93% (масс.). При взаимодействии **А** с голубым газом **В** с резким специфическим запахом образуется оранжево-красное вещество **С**, содержание 44,83% (масс.) **Х** (*реакция 2*), которое разлагается при небольшом нагревании с образованием **А** и **Д** (*реакция 3*). **Д** является аллотропной модификацией **В**. Молекула **В** неустойчива и при н.у самопроизвольно превращается в **Д** (*реакция 4*). Нагревание **А** приводит к его разложению с образованием **Д** и белого вещества **Е**, содержащего 70,91% (масс.) **Х** (*реакция 5*), которое, при дальнейшем увеличении температуры, разлагается на **Д** и **Г**, с массовой долей **Х** 82,98% (*реакция 6*).

1. Установите формулы **А-Г**, укажите, к какому классу неорганических соединений они принадлежат. Ответ подтвердите необходимыми расчетами. Напишите уравнения описанных реакций.
2. Известно, что **А, В, С, Е** являются сильными окислителями и способны окислять воду. Напишите уравнения взаимодействия **А, В, С, Е** с водой (*реакции 7-10*).
3. Напишите реакции взаимодействия **А** с CO_2 в присутствии паров воды, учитывая, что при этом протекает несколько параллельных химических реакций.

Решение:

1. По описанию понятно, что речь идет о пероксиде, надпероксиде щелочного металла, так как **А** имеет оранжево-желтую окраску, то возможно **А** это соединение калия. Сказано, что содержание **Х** в **А** составляет 54,93%. Проверим содержание калия. Известно, что при горении в кислороде калий образует надпероксид KO_2 :

$$\omega(K) = (39 / 71) \times 100\% = 54,93\%$$

X – это калий.

Вещество **В** голубой газ с резким запахом, является аллотропной модификацией D. Это **озон**.

При взаимодействии А с В образуется оранжево-красное вещество **С**, содержащее 44,83% X. Это **КО₃ (озонид калия) (КО₃)**.

$$\omega(K) = (39 / 87) \times 100\% = 44,83\%$$

Вещество **Д** это аллотропная модификация В. Это **кислород**

При разложении А образуется **Е** и D (кислород). Белое вещество, содержащее 70,91% X это **пероксид калия (K₂O₂)**:

$$\omega(K) = (78 / 110) \times 100\% = 70,91\%$$

При разложении Е образуется D и G. G содержит 82,98% X. Это оксид калия (K₂O):
 $\omega(K) = (78 / 94) \times 100\% = 82,98\%$

A	B	C	D	E	G
КО ₂	O ₃	КО ₃	O ₂	K ₂ O ₂	K ₂ O
надпероксид	Простое вещество	озонид	Простое вещество	пероксид	оксид

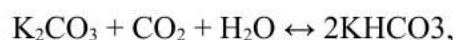
Уравнения реакций:

1. $K + O_2 \rightarrow KO_2$
2. $KO_2 + O_3 \rightarrow KO_3 + O_2$
3. $2KO_3 \rightarrow 2KO_2 + O_2$
4. $2O_3 \rightarrow 3O_2$
5. $2KO_2 \rightarrow K_2O_2 + O_2$
6. $2K_2O_2 \rightarrow K_2O + O_2$

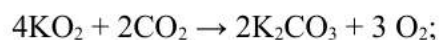
2. Реакции взаимодействия с водой:

7. $2KO_2 + 2H_2O \rightarrow 2KOH + O_2 + H_2O_2$
8. $O_3 + H_2O \rightarrow O_2 + H_2O_2$
9. $4KO_3 + 2H_2O \rightarrow 4KOH + 5O_2$
1. $2K_2O_2 + H_2O \rightarrow 4KOH + O_2$

В основе регенерации воздуха лежат реакции:



Суммарно:



Критерии оценивания:

№		Балл
	Установление формулы A-G : по 1 баллу (без подтверждения расчетами по 1 балл)	6 баллов
	Указание класса неорганических соединений: по 0,5 балла	3 балла
	Уравнения 1-6: по 1 баллу за каждое уравнение Без коэффициентов -0,5 балла	6 баллов
	Реакции взаимодействия с водой: по 1 баллу за уравнение Без коэффициентов -0,5 балла	4 балла
	За уравнения, лежащее в основе регенерации кислорода: по 1 баллу за уравнение Или по 2 балла за суммарные уравнения	4 балла
	ИТОГО	23 балла

ИТОГО

103 балла