

8 класс

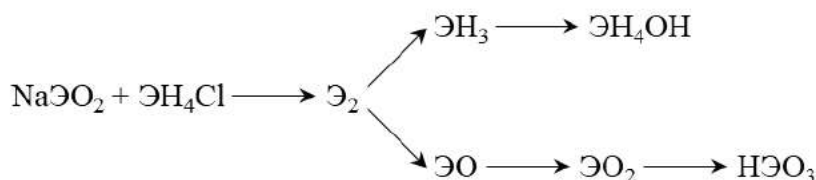
8-1

Э – элемент 15 группы Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Э₂ – бесцветный, трудно сжимаемый инертный газ, с очень прочной внутримолекулярной связью.

Э₂ можно получить при взаимодействии солей, в которые Э входит в состав катиона и аниона. При взаимодействии Э₂ с газообразным кислородом в электрическом разряде образуется соединение ЭО, при дальнейшем окислении которого получается ЭО₂ – газ бурого цвета. Если через воду пропустить смесь ЭО₂ и кислорода, то образуется раствор НЭО₃. В результате реакции Э₂ с газообразным водородом при повышенной температуре и давлении в присутствии катализатора получается газообразное с резким запахом соединение элемента ЭН₃, отлично растворимое в воде.

1. Назовите элемент.

2. Запишите уравнения всех приведенных реакций, согласно схеме.

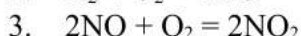
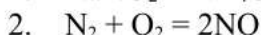
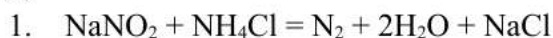


3. Назовите вещества, приведенные на схеме, по номенклатуре IUPAC, укажите класс соединений, к которому они относятся (простое вещество, оксид, кислота, основание, соль).

Решение

1. Э – азот.

2.



3. NaNO₂ – нитрит натрия, средняя соль; NH₄Cl – хлорид аммония, средняя соль; N₂ – азот, простое вещество; NO – оксид азота (II), несолеобразующий оксид; NO₂ – оксид азота (IV), несолеобразующий оксид; HNO₃ – азотная кислота, кислота; NH₃ – гидрид азота (аммиак), водородное соединение (гидрид); NH₄OH – гидроксид аммония, основание.

Критерии оценивания:

№		Количество баллов
1	Определение элемента Э	3 балла
	Уравнения реакций (1-6): по 2 балла за реакцию (Без коэффициентов 1 балл)	12 баллов
	Название веществ: по 0,5 балла x 8	4 балла
	Указание класса соединений: по 0,5 балла x 8	4 балла
	ИТОГО	23 балла

8-2

Для приготовления рассола для засолки огурцов на 1 л воды требуется 2 столовых ложки поваренной соли (хлорид натрия) и 3 столовых ложки сахара (C₁₂H₂₂O₁₁). Масса одной столовой ложки соли равна 29,25 г, сахара – 23,94 г. Теплота растворения хлорида натрия и сахара составляет -4,10 кДж/моль и -3,35 кДж/моль соответственно. Теплоемкость раствора равна 4,19 Дж/моль · °С.

1. Вычислите тепловой эффект процесса растворения компонентов в растворе при приготовлении 1 литра раствора.

2. Вычислите значение, на которую понижается (или повышается) температура раствора.

Решение

1. $n(\text{NaCl}) = 71,82/58,5 = 1,23$ (моль), $n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 71,82/342 = 0,21$ (моль).

$Q(\text{растворения NaCl}) = -4,10 \cdot 1,23 = -5,043$ (кДж), $Q(\text{растворения C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -3,35 \cdot 0,21 = -0,70$ (кДж), $Q(\text{суммарный тепловой эффект}) = -5,043 + (-0,7) = -5,743$ (кДж).

2. $Q = c \cdot m(p-pa) \cdot \Delta t$. $-5743 = 4,19 \cdot (1000 + 58,5 + 71,82) \cdot \Delta t$, $\Delta t = -1,21$ °С. Температура раствора понизится на 1,21 °С.

Критерии оценивания:

№		Количество баллов
1	Q(растворения NaCl)	5 баллов
	Q(растворения C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	5 баллов
	Q(суммарный тепловой эффект)	5 баллов
	Величина, на которую понижается температура раствора.	5 баллов
	ИТОГО	20 баллов

8-3

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.

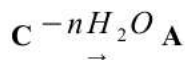
Для приготовления индикаторного силикагеля (ГОСТ 8984-75) необходимо:

- 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):



2. Рассчитайте массу растворов солей **A** и **B**, которая потребуется для пропитки 50 г силикагеля. Рассчитайте массовые доли солей в используемых растворах.

3. Запишите все описанные реакции.

4. Определите, сколько нужно взять вещества **C** для получения необходимого количества соли **A**.

Решение:

Соль A: 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) **CoCl₂**.

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: **CoCl₂ · nH₂O**:



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

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

$$n = 6$$

C: CoCl₂ · 6H₂O

Соль B: 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 A и B имеют одинаковый количественный состав. Следовательно, соль **B - хлорид кальция CaCl₂**.

A	B	C
CoCl ₂	CaCl ₂	CoCl ₂ · 6H ₂ O

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

Масса силикагеля: 50 г

$$m(CaCl_2) = (40/100) \cdot 50 \text{ г} = \mathbf{20 \text{ г}}$$

$$m(H_2O) = (80/40) \cdot 20 \text{ г} = 40 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 60 \text{ г}$$

$$m(CoCl_2) = (3/100) \cdot 50 \text{ г} = \mathbf{1,5 \text{ г}}$$

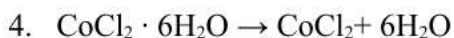
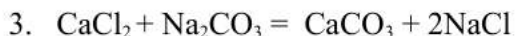
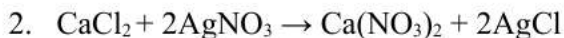
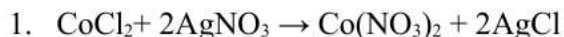
$$m(H_2O) = 1,5 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = 3 \text{ г}$$

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

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

3.



$$m(\text{CoCl}_2) = 1,5 \text{ г}$$

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

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

Критерии оценивания:

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

8-4

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 **A**, оранжево-желтого цвета, которое может быть получено при сгорании на воздухе активного металла **X** серебристо-белого цвета (*реакция 1*). Содержание **X** в **A** составляет 54,93% (масс.). При взаимодействии **A** с голубым газом **B** с резким специфическим запахом образуется оранжево-красное вещество **C**, содержание 44,83% (масс.) **X** (*реакция 2*), которое разлагается при небольшом нагревании с образованием **A** и **D** (*реакция 3*). **D** является аллотропной модификацией **B**. Молекула **B** неустойчива и при н.у самопроизвольно превращается в **D** (*реакция 4*). Нагревание **A** приводит к его разложению с образованием **D** и белого вещества **E**, содержащего 70,91% (масс.) **X** (*реакция 5*), которое, при дальнейшем увеличении температуры, разлагается на **D** и **G**, с массовой долей **X** 82,98% (*реакция 6*).

1. Установите формулы **A-G**, укажите, к какому классу неорганических соединений они принадлежат. Ответ подтвердите необходимыми расчетами. Напишите уравнения описанных реакций.
2. Известно, что **A, C, E, G** являются бинарными соединениями.

3. Напишите реакцию, которая лежит в основе регенерации кислорода.

Решение:

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** :

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

Х – 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% Х. Это **KO_3 (озонид калия) (KO_3)**.

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

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

При разложении А образуется Е и D (кислород). Белое вещество, содержащее 70,91% Х это **пероксид калия (K_2O_2)**:

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

При разложении Е образуется D и G. G содержит 82,98% Х. Это оксид калия (K_2O):
 $\omega(\text{K}) = (78 / 94) \times 100\% = 82,98\%$

А	В	С	Д	Е	Г
KO_2	O_3	KO_3	O_2	K_2O_2	K_2O
надпероксид	Простое вещество	озонид	Простое вещество	пероксид	оксид

Уравнения реакций:

- $\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow \text{KO}_2$
- $\text{KO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{KO}_3 + \text{O}_2$
- $2\text{KO}_3 \rightarrow 2\text{KO}_2 + \text{O}_2$
- $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$
- $2\text{KO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
- $2\text{K}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + \text{O}_2$

- В основе регенерации кислорода лежит реакция:



Критерии оценивания:

№		Балл
	Установление формулы А-Г : по 2 балла (без подтверждения расчетами по 1 балл)	12 баллов
	Указание класса неорганических соединений: по 1 баллу	6 баллов
	Уравнения 1-6: по 2 балла за каждое уравнение	12 баллов
	За уравнение, лежащее в основе регенерации кислорода: 4 балла	4 балла
	ИТОГО	34 балла