

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 9 класс  
2019-2020 учебный год**

Общее время выполнения работы – 4 часа.

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается. Используйте Периодическую таблицу химических элементов, таблицу растворимости и непрограммируемый калькулятор.

**Максимальное количество баллов – 60 баллов**

**Задание 9-1. (5 баллов)**

Английский химик Гемфри Дэви проводил термическое разложение нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Как потом он вспоминал, его помощник слишком близко наклонился к установке и несколько раз вдохнул газ с приятным запахом, выходящий из реторты. Вдруг помощник разразился беспричинным смехом, пустился в пляс, распевая песни.

Установите формулу «веселящего газа», если известно, что в его состав входит 63,64% азота и кислород. Приведите расчет. Составьте уравнение химической реакции. Рассчитайте относительную плотность «веселящего газа» по воздуху.

**Решение:**

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
$\text{N}_x\text{O}_y$ $\omega(\text{O}) = 100 - 63,64 = 36,36\%$ $\text{N} : \text{O} = 63,64/14 : 36,36/16 = 4,5457 : 2,2725 = 2 : 1$ Формула газа $\text{N}_2\text{O}$	<b>1</b>
2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
3) $D(\text{N}_2\text{O})_{\text{воздух}} = 44/29 = 1,52$	<b>2</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>5</b>

**Задание 9-2. (14 баллов)**

При взаимодействии с водой 27,4 г двухвалентного металла выделилось 4,48 л газа. К полученному раствору (после прекращения выделения водорода), масса которого 800 г, добавили 200 г 10% раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  при этом образовался осадок.

- О каком металле идет речь?
- Какова масса осадка?
- Чему равны массовые доли веществ в полученном растворе?

**Решение:**

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
$\text{Me} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Me}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$	<b>1</b>
$n(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{Me}) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$ $M(\text{Me}) = 27,4 \text{ г} / 0,2 \text{ моль} = 137 \text{ г/моль}$ Me - Ba (барий)	<b>1</b>
$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaOH}$	<b>1</b>
$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ г} \cdot 0,1 = 20 \text{ г}$	<b>1</b>
$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ г} / 142 \text{ г/моль} = 0,14 \text{ моль}$ 1 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ----- 1 моль $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 0,2 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ----- 0,14 моль $\text{Na}_2\text{SO}_4$	<b>1</b>

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ в избытке	<b>1</b>
$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,14$ моль	<b>1</b>
$m(\text{BaSO}_4) = 0,14$ моль $\cdot$ 233 г/моль = 32,62 г масса раствора после реакции уменьшилась на массу осадка сульфата бария	<b>1</b>
$m(\text{р-ра после реакции}) = 800 + 200 - 32,62 = 967,38$ г	<b>1</b>
В растворе находятся остаток $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и образовавшийся $\text{NaOH}$ . Вступило 0,14 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , осталось $0,2 - 0,14 = 0,06$ моль $m(\text{остатка } \text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,06$ моль $\cdot$ 171 г/моль = 10,26 г $w(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 10,26 \text{ г} / 967,38 \text{ г} = 0,0106$ (или 1,06%)	<b>1</b>
Образовалось в ходе реакции $n(\text{NaOH}) = 2 n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,14 \cdot 2 = 0,28$ моль $m(\text{NaOH}) = 0,28$ моль $\cdot$ 40 г/моль = 11,2 г $w(\text{NaOH}) = 11,2 \text{ г} / 967,38 \text{ г} = 0,0116$ (1,16%)	<b>1</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>14</b>

### Задание 9-3. (10 баллов)

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений соединений азота:  $\text{N}_2^0 \rightarrow \text{N}^{-3} \rightarrow \text{N}^{+2} \rightarrow \text{N}^{+4} \rightarrow \text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+2}$ . Укажите условия реакции и названия продуктов реакции.

**Решение:**

<b>Критерии оценки правильного ответа</b>	<b>Баллы</b>
1. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ аммиак (температура, давление, катализатор – железо)	<b>2</b>
2. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$ оксид азота (II) (температура, катализатор – Pt)	<b>2</b>
3. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ оксид азота (IV) (катализатор – Pt)	<b>2</b>
4. $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$ азотная кислота	<b>2</b>
5. $8\text{HNO}_3(\text{разб.}) + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ нитрат меди (II)	<b>2</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>10</b>

### Задание 9-4. (10 баллов)

В первых космических аппаратах для очистки выдыхаемого воздуха от углекислого газа на одних аппаратах применяли контейнеры с гидроокисью лития, а на других - контейнеры, содержащие супероксид калия. Влажный воздух пропускали через эти контейнеры, а на выходе из них ставили фильтры (например, из активированного угля) для поглощения других вредных примесей. При использовании супероксида калия происходило не только очищение воздуха от углекислого газа, но и выделение кислорода, необходимого для дыхания людей.

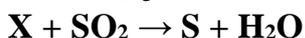
- 1) Напишите уравнения реакций, протекающих при прохождении выдыхаемого воздуха через контейнеры с указанными веществами.
- 2) Рассчитайте, какая масса гидроокиси лития необходима для очистки  $100 \text{ м}^3$  (при н. у.) воздуха от углекислого газа с его объемной концентрацией 5%.
- 3) Рассчитайте, какой объем кислорода (при н. у.) можно получить из 100 г супероксида калия.

**Решение:**

<b>Критерии оценки правильного ответа</b>	<b>Баллы</b>
1. В выдыхаемом человеком воздухе содержится не только углекислый	<b>1</b>

газ, но и много паров воды. О присутствии паров воды свидетельствует указание на то, что воздух влажный.	
2. Запишем уравнения взаимодействия влажного воздуха с указанными веществами: гидроокисью лития и супероксидом калия: (1) $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 = \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2) $4\text{KO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{O}_2 + 4\text{KOH}$ (3) $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (4) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{KHCO}_3$	<b>1</b> <b>1</b> <b>1</b> <b>1</b>
3. $V(\text{CO}_2) = 100 \cdot 5/100 = 5 \text{ м}^3 = 5000 \text{ л}$ $n(\text{CO}_2) = V/V_m, n(\text{CO}_2) = 5000/22,4 = 223,21 \text{ моль}$ По уравнению реакции(1) $n(\text{LiOH}) = 2 n(\text{CO}_2) = 223,21 \cdot 2 = 446,42 \text{ моль}$ $m(\text{LiOH}) = 446,42 \cdot 24 = 10714 \text{ г} = 10,714 \text{ кг}$	<b>1</b> <b>1</b> <b>1</b>
4. $n(\text{KO}_2) = m/M, n(\text{KO}_2) = 100 / 71 = 1,4 \text{ моль}$ По уравнению реакции (2) $n(\text{O}_2) = 3/4 n(\text{KO}_2) = 3/4 \cdot 1,4 = 1,05 \text{ моль}$ $V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m, V(\text{O}_2) = 1,05 \cdot 22,4 = 23,52 \text{ л}$	<b>1</b> <b>1</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>10</b>

**Задание 9-5. (6 баллов)** На схеме приведены превращения X. Это газообразное бинарное вещество с неприятным запахом, является водородным соединением элемента подгруппы кислорода, в атоме которого число протонов равно числу нейтронов.

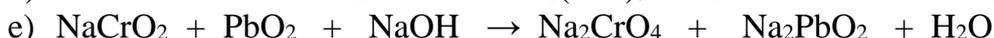


Предложите X и запишите уравнения осуществленных превращений.

**Решение:**

Критерии оценки правильного ответа	Баллы
X – H <sub>2</sub> S	<b>1</b>
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$	<b>1</b>
$\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{S}$	<b>1</b>
$\text{H}_2\text{S} + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{H}_2\text{S} + \text{KOH} = \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$ )	<b>1</b>
$\text{H}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$	<b>1</b>
$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>6</b>

**Задание 9-6. (15 баллов)** Расставьте коэффициенты в уравнениях химических реакций, составьте электронный баланс и определите окислитель и восстановитель.



**Решение:**

<b>Критерии оценки правильного ответа</b>	<b>Баллы</b>
$\text{CaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+6}{\text{S}} + 8\bar{e} \rightarrow \overset{-2}{\text{S}} & 1 \\ \hline \overset{-}{\text{I}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{0}{\text{I}_2} & 4 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $4\text{CaI}_2 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{CaSO}_4 + 4\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>3) Указано, что сера в степени окисления +6 является окислителем, а йод в степени окисления -1 – восстановителем.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + \text{CO}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+5}{\text{P}} + 20\bar{e} \rightarrow \overset{0}{\text{P}_4} & 1 \\ \hline \overset{0}{\text{C}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{C}} & 10 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 = 6\text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + 10\text{CO}$ <p>3) Указано, что фосфор в степени окисления +5 является окислителем, а углерод в степени окисления 0 – восстановителем.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+7}{\text{Mn}} + 3\bar{e} \rightarrow \overset{+4}{\text{Mn}} & 2 \\ \hline \overset{+3}{\text{C}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+4}{\text{C}} & 3 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{MnO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ <p>3) Указано, что марганец в степени окисления +7 является окислителем, а углерод в степени окисления +3 – восстановителем.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>
$\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{r l} \overset{+7}{\text{Mn}} + 5\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{Mn}} & 2 \\ \hline \overset{+2}{\text{Fe}} - 2\bar{e} \rightarrow \overset{+3}{\text{Fe}} & 5 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $10\text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ <p>3) Указано, что марганец в степени окисления +7 является окислителем, а железо в степени окисления +2 – восстановителем.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>

$\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>1) Составлен электронный баланс:</p> $\begin{array}{l} \overset{+4}{\text{Pb}} + 2\bar{e} \rightarrow \overset{+2}{\text{Pb}} \quad   \quad 3 \\ \overset{+3}{\text{Cr}} - 3\bar{e} \rightarrow \overset{+6}{\text{Cr}} \quad   \quad 2 \end{array}$ <p>2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции:</p> $2\text{NaCrO}_2 + 3\text{PbO}_2 + 8\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{PbO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>3) Указано, что свинец в степени окисления +4 является окислителем, а хром в степени окисления +3 – восстановителем.</p>	<p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>1</b></p>
<b>Максимальный балл</b>	<b>15</b>