

## КОРРЕКТИРОВКА ОТВЕТОВ ЗАДАНИЙ 9-4 и 9-5

### 9 класс

#### Задача 9-1

К 50 г раствора карбоната натрия с массовой долей растворенного вещества 10,6 % прилили избыточное количество сульфата алюминия. Какой газ выделился при этом? Каков объем этого газа (н. у.)?

#### Решение.

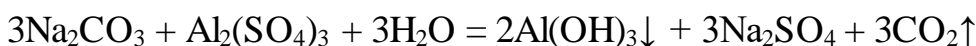
1. Рассчитаем массу карбоната натрия в растворе:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot m(\text{р-ра})/100\% = 10,6\% \cdot 50\text{г}/100\% = 5,3\text{г}. \quad 1 \text{ балл}$$

2. Рассчитаем количество вещества карбоната натрия:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5,3\text{г}/106 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}. \quad 1 \text{ балл}$$

3. Напишем уравнение реакции взаимодействия карбоната натрия с сульфатом алюминия:



Выделившийся газ –  $\text{CO}_2$ , 2 балла

4. По уравнению реакции находим количество вещества  $\text{CO}_2$ :

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль}.$$

Рассчитаем объем газа:

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,05 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 1,12\text{г}. \quad 1 \text{ балл}$$

**Итого 5 баллов**

#### Задача 9-2

При действии избытка раствора щелочи на 122,5г смеси Al, CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> выделилось 33,6л газа (н. у.), а при восстановлении этой же смеси водородом образовалось 1,3 моль воды. Напишите соответствующие уравнения реакций. Определите состав исходной смеси.

#### Решение.

1. Со щелочью будет взаимодействовать только алюминий, напишем уравнение реакции:



2. Выделившийся газ – водород, вычислим количество вещества водорода:  $n(\text{H}_2) = V/V_m = 33,6 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 1,5 \text{ моль}$ . 1 балл

3. По уравнению реакции находим количество вещества алюминия:

$$n(\text{Al}) = 2 \text{ моль} \cdot 1,5 \text{ моль} / 3 \text{ моль} = 1 \text{ моль}.$$

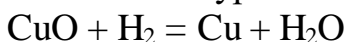
Рассчитаем массу алюминия в исходной смеси:

$$m(\text{Al}) = M(\text{Al}) \cdot n(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 27\text{г}. \quad 1 \text{ балл}$$

4. Рассчитаем массу оставшихся в смеси оксидов:

$$m(\text{оксидов}) = m(\text{смеси}) - m(\text{Al}) = 122,5\text{г} - 27\text{г} = 95,5\text{г}. \quad 1 \text{ балл}$$

5. Напишем уравнения реакций восстановления оксидов водородом:



6. Составим систему 2-х уравнений с двумя неизвестными. Обозначим количество вещества CuO x моль, тогда, количество вещества воды по уравнению реакции (1) будет x моль. Количество вещества Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обозначим y моль, тогда, количество вещества воды по уравнению реакции (2) будет 3y моль.  $M(\text{CuO}) = 80 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль}$ .

$$m(\text{CuO}) = 80x, m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160y.$$

$$\text{Система уравнений } 80x + 160y = 95,5$$

$$x + 3y = 1,3$$

2 баллов

Решим систему уравнений

$$y = 0,10625; x = 0,98125, \text{ тогда}$$

$$m(\text{CuO}) = 80x = 78,5\text{г},$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160y = 17\text{г}.$$

1 балла

**Итого 8 баллов**

### Задача 9-3

На основании правых частей уравнений реакций восстановите левые части:

- 1)  $= 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}.$
- 2)  $= \text{KBrO}_3 + 5\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{O}.$
- 3)  $= \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow.$
- 4)  $= \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2.$
- 5)  $= \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4.$
- 6)  $= 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow.$
- 7)  $= 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}.$

**Решение.**

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}.$  1балл
- 2)  $3\text{Br}_2 + 6\text{KOH} (\text{т}) = \text{KBrO}_3 + 5\text{KBr} + 3\text{H}_2\text{O}.$  1 балл
- 3)  $2\text{SO}_3 + \text{C} = \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow$  или  $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 = \text{CO}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow$  1 балл
- 4)  $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2.$  1 балл
- 5)  $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4.$  1 балл
- 6)  $2\text{CrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow.$  1 балл
- 7)  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KI} = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}.$  1 балл

**Итого 7 баллов.**

### Задача 9-4

«Когда в густой крепкой купоросной водке, с которой четыре доли воды смешано, влитую в узкогорлую склянку, положены будут железные опилки, тогда выходящий пар от свечного пламени загорается... Иногда случается, что загоревшийся пар склянку с великим треском разрывает» (М. В. Ломоносов, Полное собрание сочинений, – М.: 1953, т. 1, стр. 474).

Вопросы:

1. Определите массовую долю (%) растворённого вещества в разбавленной «купоросной водке», если исходная массовая доля в «крепкой купоросной водке» составляла 98 %, а доли воды при разбавлении были взяты по массе.
2. Напишите уравнения реакций железа с раствором «купоросной водки» и горения «выходящего пара».
3. Напишите 3 уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии железных опилок с раствором «купоросной водки» в зависимости от ее концентрации.
4. Определите соотношение объёмов разбавленного раствора «купоросной водки» (плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>) и «выходящего пара» при нормальных условиях, если принять протекание химических процессов количественными.

## Решение.

1.)

Купоросная водка – это серная кислота. 1 балл

Пусть  $m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ г}$  с  $\omega = 98\%$ ,

Тогда  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 98 \cdot 4 = 392 \text{ г}$  1 балл

$m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4)_1 = 98 = 392 = 490 \text{ г}$  1 балл

$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)_1 = 98 \text{ г} / 490 \text{ г} \cdot 100\% = 20\%$  1 балл

2.)

$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{р-р}) = \text{Fe SO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$  1 балл

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  – взрыв гремучего газа 1 балл

3.)

$2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) (\text{т}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  1,5 балла

$2\text{Fe}^0 - 6\bar{e} = \text{Fe}_2^{3+}$  1 в-ль

$\text{S}^{+6} + 2\bar{e} = \text{S}^{+4}$  3 ок-ль 1 балл

$.2\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) (\text{т}) = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$  1,5 балла

$2\text{Fe}^0 - 6\bar{e} = \text{Fe}_2^{3+}$  1 в-ль

$\text{S}^{+6} + 6\bar{e} = \text{S}^0$  1 ок-ль 1 балл

$.8\text{Fe} + 15\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) (\text{т}) = 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{S} + 12\text{H}_2\text{O}$  1,5 балла

$2\text{Fe}^0 - 6\bar{e} = \text{Fe}_2^{3+}$  1 в-ль

$\text{S}^{+6} + 8\bar{e} = \text{S}^{-2}$  1 ок-ль 1 балл

4)

$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{р-р}) = \text{Fe SO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$  1 балл

$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)_1 = 20\%$

при выходе  $\text{H}_2 = 100\%$

Пусть  $m(\text{р-ра } (\text{H}_2\text{SO}_4)) = 100 \text{ г}$ ,

Тогда  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ г}$ , 1 балл

$V(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = m/\rho = 100 \text{ г} / 1,2 \text{ г/см}^3 = 83,3 \text{ мл} = 0,0833 \text{ л}$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2) = m/M = 20 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$

$V(\text{H}_2) (\text{н.у.}) = n \cdot V_m = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}$  3,5 балла

Соотношение объемов  $V(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) / V(\text{H}_2) = 0,0833 \text{ л} / 4,48 \text{ л} = 1 : 54$ . 1 балл

Итого 20 баллов

**Итого 20 баллов**

## Задача 9-5

Газ **X** находит широкое применение в медицине, в том числе в качестве компонента смеси для анестезии. Газ **Y** применяется в медицине как наркоз. Оба газа образуют взрывчатые смеси с водородом (реакции 1а и 1б). Глеющая лучинка вспыхивает при внесении в них. Отличить **X** от **Y** можно смешением равных объёмов анализируемых газов с оксидом азота (II). Смесь газа **X** с оксидом азота (II) окрашивается в оранжево-красный (бурый) цвет (реакция 2). Для медицинской практики важна чистота препарата. Для установления отсутствия примеси **A** газ **X** пропускают через водный раствор нитрата диаминсеребра. В случае наличия примеси **A** раствор чернеет (реакция 3). Про вещество **A** известно, что оно не имеет запаха и легче **X**. Для проверки наличия примеси **B** газ **X** пропускают через насыщенный раствор гидроксида бария (реакция 4). Смесь газов **B** и **X** не имеет запаха. Для количественного определения содержания **X** газ медленно пропускают через раствор, содержащий хлорид аммония и

аммиак, туда же помещают взвешенный кусочек медной проволоки. В результате образуется ярко-синий раствор (реакция 5).

Вопросы.

1. Определите **X** и **Y**; ответ обоснуйте. Назовите эти вещества. Изобразите формулы, передающие их строение.
2. Какие примеси **A** и **B** должны отсутствовать в медицинском препарате? Назовите эти вещества. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства **A**. Напишите уравнения упомянутых в тексте реакций 1–5.
3. Напишите уравнения реакций **X** с белым фосфором и  $PtF_6$  (реакции 6, 7). Напишите уравнение реакции **Y** с белым фосфором и перманганатом калия в кислой среде (реакции 8, 9).
4. Напишите по одному способу получения препаратов **X** и **Y**. Какие примеси могут содержать препараты, полученные предложенным Вами способом?

### РЕШЕНИЕ 9-5

#### Решение 9-5

I. Предположим, что  $X-O_2$  молекула линейна, имеет по 2 неподеленных электронных пары у каждого атома кислорода, связь – двойная.

Y-  $N_2O$  молекула линейна, имеет три неподеленных электронных пары, 2 - у атома кислорода, 1 – у атома азота. 1 балл

#### II.

A – CO, B -  $CO_2$  1 балл

CO – оксид углерода (II), угарный газ, обладает окислительно-восстановительной двойственностью с преобладанием восстановительных свойств.

$CO_2$ - оксид углерода (IV), углекислый газ, не поддерживает дыхание.

1 а).  $2H_2 + O_2 (г) = 2H_2O$

(гремучий газ)-взрывает 1 балл

1 б).  $N_2O + H_2 (г) = N_2 + H_2O$

$N_2^{+1} + 2\bar{e} = N_2^0$  1-окислитель

$H_2O - 2\bar{e} = 2H^+$  1- восстановитель 1 балл

2).  $2NO + O_2 = 2NO_2 \uparrow$  (бурый газ)

$N_2O + NO$  не взаимодействуют 1балл

3)  $CO + 2[Ag(NH_3)_2]NO_3 = 2Ag^+ + 2NH_4NO_3 + (NH_4)_2CO_3$

$C^{+2} - 2\bar{e} = C^{+4}$  1-восстановитель

$Ag^{+1} + 1\bar{e} = Ag^0$  2-окислитель 2 балла

CO не имеет запаха,  $M(CO) < M(O_2)$ .  $M(CO) = 28$  г/моль;  $M(O_2) = 32$  г/моль.

4)  $CO_2 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 \downarrow + H_2O$

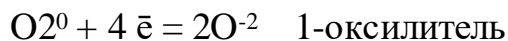
белый

CO<sub>2</sub> не имеет запаха.

1 балл



ярко-синий



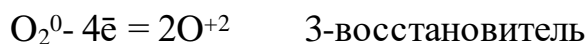
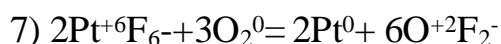
2 балла

### III.

X-O<sub>2</sub>.

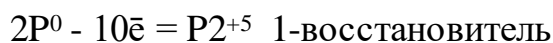
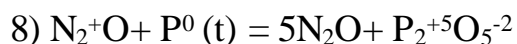


1 балл

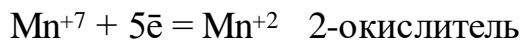
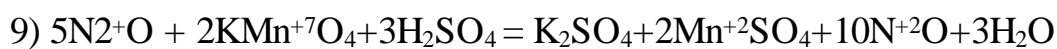


2 балла

Y - N<sub>2</sub>O



1 балл



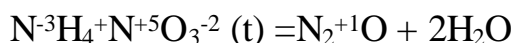
2 балла

### IV.

Электролиз воды с инертными электродами (сталь или графит) в присутствии электролитов: например, серная кислота с массовой долей 20%.



Если электроды графитовые, то кислород может содержать в виде примесей продукты окисления графита: CO, CO<sub>2</sub>.



N<sub>2</sub>O образуется при t < 250°C. Выше 250°C реакция протекает со взрывом, при котором образуется примесь N<sub>2</sub> и пары воды. 4 балла

Итого 20 баллов

**I.** Предположим, что X-O<sub>2</sub> молекула линейна, имеет по 2 неподеленных электронных пары у каждого атома кислорода, связь – двойная.

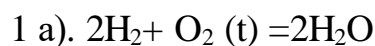
Y- N<sub>2</sub>O молекула линейна, имеет три неподеленных электронных пары, 2 - у атома кислорода, 1 – у атома азота. 1 балл

**II.**

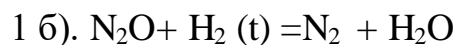
A – CO, B - CO<sub>2</sub> 1 балл

CO – оксид углерода (II), угарный газ, обладает окислительно-восстановительной двойственностью с преобладанием восстановительных свойств.

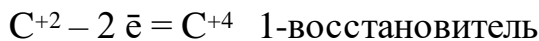
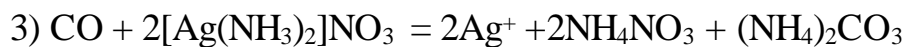
CO<sub>2</sub>- оксид углерода (IV), углекислый газ, не поддерживает дыхание.



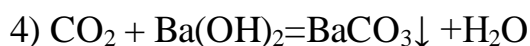
(гремучий газ)-взрывает 1 балл



N<sub>2</sub>O + NO не взаимодействуют 1балл



CO не имеет запаха, M(CO)<M(O<sub>2</sub>). M(CO)=28 г/моль; M(O<sub>2</sub>)=32 г/моль.

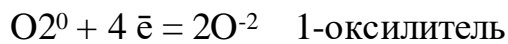


белый

CO<sub>2</sub> не имеет запаха. 1 балл

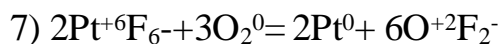


ярко-синий

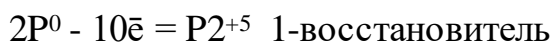
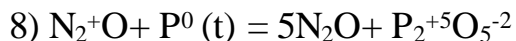


**III.**

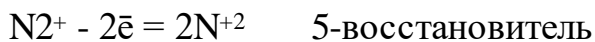
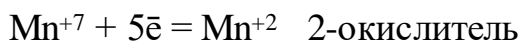
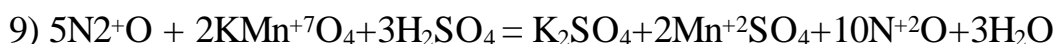
X-O<sub>2</sub>.



Y – N<sub>2</sub>O



1 балл



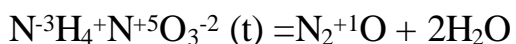
2 балла

#### IV.

Электролиз воды с инертными электродами (сталь или графит) в присутствии электролитов: например, серная кислота с массовой долей 20%.



Если электроды графитовые, то кислород может содержать в виде примесей продукты окисления графита: CO, CO<sub>2</sub>.



N<sub>2</sub>O образуется при t < 250°C. Выше 250°C реакция протекает со взрывом, при котором образуется примесь N<sub>2</sub> и пары воды. 4 балла

Итого 20 баллов

**Итого 20 баллов**