

**Заключительный этап академического соревнования Олимпиады школьников
«Шаг в будущее» по профилю «Химия» специализация «Химия»
(общеобразовательный предмет химия), весна 2022 год**

8, 9 классы

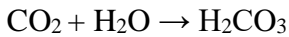
Вариант 1

1. Приведите в общем виде уравнение реакции восстановления оксида металла водородом.
2. Какие из перечисленных ниже веществ могут вступать попарно в реакции? Напишите уравнения реакций и укажите условия, в которых они протекают. Карбонат натрия, оксид углерода (IV), соляная кислота, углерод, вода.
3. Как, исходя из цинка, получить гидроксид цинка? Приведите уравнения реакций.
4. Определите число атомов каждого элемента, содержащихся в 1,12 л (н.у.) сероводорода. В ответе достаточно трех значащих цифр.
5. Из перечисленных ниже веществ, выберите вещество, которое не будет вступать в реакции обмена в водном растворе с остальными. Напишите химическую формулу этого вещества. Из оставшихся веществ, выберите то, которое будет реагировать с двумя другими. Напишите химическую формулу этого вещества и приведите уравнения реакций обмена с оставшимися веществами в молекулярном и ионном (полном и сокращенном) виде. Гидроксид кальция, нитрат калия, карбонат калия, хлорид меди.
6. При восстановлении оксида железа (II, III) оксидом углерода (II) образовалось 10,56 г соединения углерода. Чему равна масса образовавшегося при этом железа?
7. Запишите окончание окислительно-восстановительной реакции, приведите схему электронного баланса и напишите полное молекулярное уравнение:
$$KBr + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + MnSO_4 + \dots + \dots$$
8. В одной реакции образовалось 3,16 г сульфита калия, а в другой – 5,68 г сульфата натрия. Какая реакция проходила с большей скоростью и во сколько раз? Условия проведения реакций:
 $\Delta t = 1 \text{ мин}$ и $V_{\text{реакц. сосуда}} = 1 \text{ л}$.
9. К 88 мл раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей вещества 5 % ($\rho = 1,02 \text{ г/мл}$) прибавили 1 г оксида фосфора (V) и нагрели. Вычислите массовую долю ортофосфорной кислоты в образовавшемся растворе.
10. Образец сплава серебра с медью, массой 5,17 г, полностью растворен в 25,63 мл раствора азотной кислоты (массовая доля кислоты 30 %, $\rho = 1,18 \text{ г/мл}$). Для нейтрализации избытка азотной кислоты потребовалось 10,00 мл раствора гидроксида бария с концентрацией 1,20 моль/л. Вычислите массовые доли металлов в сплаве (при н.у.).

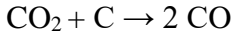
Решение варианта 1

1. Уравнение реакции в общем виде $Me_xO_y + Y H_2 \rightarrow x Me + Y H_2O$

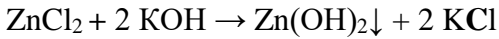
2. $Na_2CO_3 + 2 HCl \rightarrow 2 NaCl + CO_2$



t^0



3. $Zn + Cl_2 \rightarrow ZnCl_2$



Способ получения вещества в две стадии (реакции) считается рациональным.

4. В одной молекуле H_2S содержится 2 атома Н и 1 атом S

$$v(H_2S) = v/v_M = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(H) = 2 \cdot v(H_2S) = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(S) = v(H_2S) = 0,05 \text{ моль}$$

Определим число атомов каждого элемента

$$N = v \cdot N_A \quad N(H) = 0,1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ ат./моль} = 6,02 \cdot 10^{22} \text{ атомов}$$

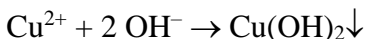
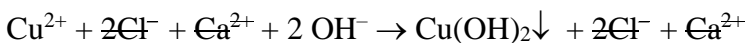
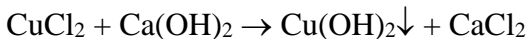
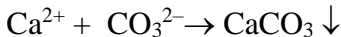
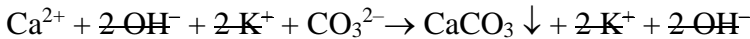
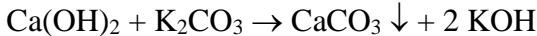
$$N(S) = 0,05 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ ат./моль} = 3,01 \cdot 10^{22} \text{ атомов}$$

Ответ: $N(H) = 6,02 \cdot 10^{22}$; $N(S) = 3,01 \cdot 10^{22}$ атомов.

5. Не реагирует с другими веществами KNO_3

Реагирует с оставшимися веществами $Ca(OH)_2$

Уравнения реакций реагирующего вещества с оставшимися веществами

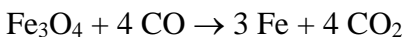


6. Определение количества образовавшегося вещества

$$v(CO_2) = m/M = 0,24 \text{ моль}$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

Уравнение химической реакции



$$v(Fe) = x \text{ моль} - 0,24 \text{ моль}$$

Вычисление количества и массы железа

$$x = v(Fe) = 3 \cdot 0,24/4 = 0,18 \text{ моль}$$

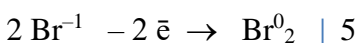
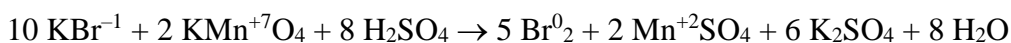
$$v(Fe) = 0,18 \text{ моль}$$

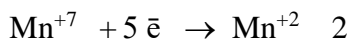
$$M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$$

$$m(Fe) = 0,18 \cdot 56 = 10,08 \text{ г}$$

Ответ: $m(Fe) = 10,08 \text{ г}$

7.





8. Скорость химической реакции определяется количеством вещества (v), прореагировавшего в единицу времени (t) в единице объема (v).

$$v = \frac{v_2 - v_1}{v \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{c_2 - c_1}{(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Обычно концентрации реагентов выражают в моль/л, а скорость реакции — моль/(л·с).

$$M(\text{K}_2\text{SO}_3) = 158 \text{ г/моль}; v(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,02 \text{ моль} = v_1$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}; v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,04 \text{ моль} = v_2$$

$$\text{Соотношение скоростей реакций } v_2/v_1 = \frac{\Delta c_2}{\Delta t} : \frac{\Delta c_1}{\Delta t} = \frac{\Delta c_2}{\Delta c_1} = \frac{0,04}{0,02} = 2$$

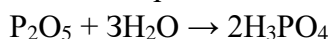
Ответ. Вторая реакция протекала в 2 раза быстрее первой реакции.

9. Определим массу ортофосфорной кислоты в исходном растворе

$$m_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) = v \cdot \rho = 89,76 \approx 90 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \omega}{100\%} = 4,488 \approx 4,5 \text{ г}$$

Реакция, протекающая при добавлении P_2O_5 к раствору



$$1 \text{ моль} \quad - \quad 2 \text{ моль}$$

$$v'(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{1}{142} \approx 0,007 \text{ моль (добавлено в раствор)} \quad M(\text{P}_2\text{O}_5) = 142 \text{ г/моль}$$

Вычисление массы образовавшейся ортофосфорной кислоты

$$v'(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,007 \text{ моль, образуется } x \text{ моль} = v'(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot 0,007/1 = 0,014 \text{ моль}$$

$$m'(\text{H}_3\text{PO}_4) 0,014 \cdot 98 \text{ г/моль} = 1,38 \text{ г (дополнительно образовалось в растворе)}$$

Массы ортофосфорной кислоты и растворе, после добавления P_2O_5

$$m''(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) + 1,38 = 5,88 \text{ г};$$

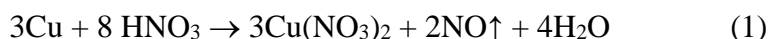
$$m'_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) + 1 = 90,76 \text{ г}$$

Вычисление массовой доли ортофосфорной кислоты в образовавшемся растворе

$$\omega'(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m''(\text{H}_3\text{PO}_4)}{m'_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4)} \cdot 100\% \approx 6,48 \%$$

Ответ. $\omega'(\text{H}_3\text{PO}_4) \approx 6,48 \%$.

10. 30%-ная азотная кислота считается разбавленной, поэтому при растворении металлов выделяется NO:



Избыток HNO_3 взаимодействует с $\text{Ba}(\text{OH})_2$ по уравнению



$$\text{Общее } v(\text{HNO}_3)_{(\text{общее})} = \frac{26,63 \cdot 1,18 \cdot 0,30}{63} \approx 0,144 \text{ моль (по условию)}$$

$$\text{Общее } v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = C_M \cdot v = 1,2 \cdot 0,01 = 0,012 \text{ моль (по условию)}$$

Количество избытка HNO_3 определяется по реакции (3)

$$v(\text{HNO}_3)_{(\text{избыток})} = v(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot 2 = 0,024 \text{ моль}$$

Значит для растворения металлов по уравнениям (1,2) потребовалось

$$v(\text{HNO}_3) = 0,144 - 0,024 = 0,12 \text{ моль}$$

Пусть в смеси было $v(\text{Cu}) = X$ моль и $v(\text{Ag}) = Y$ моль, тогда имеем систему уравнений по реакциям с HNO_3 (4) и по массе (5)

$$\begin{cases} 0,12 = 8/3 \cdot X + 4/3 \cdot Y & (4) \\ 0,36 = 8 \cdot X + 4 \cdot Y & \Rightarrow \begin{cases} Y = 0,09 - 2 \cdot X \end{cases} \end{cases}$$

$$5,17 = 64 \cdot X + 108 \cdot Y \quad (5)$$

$$5,17 = 64 \cdot X + 108 \cdot (0,09 - 2 \cdot X)$$

$$5,17 = 64 \cdot X + 9,72 - 216 \cdot X \Rightarrow 4,55 = 152 \cdot X$$

Решая систему уравнений (4) и (5), находим: $X \approx 0,03$; $Y \approx 0,03$

$$X \approx 0,03 = \nu(\text{Cu}); m(\text{Cu}) = 0,03 \cdot 64 = 1,92 \text{ г}$$

$$Y \approx 0,03 = \nu(\text{Ag}); m(\text{Ag}) = 0,03 \cdot 108 = 3,25 \text{ г}$$

$$\text{Массовые доли металлов: } \omega(\text{Cu}) \approx 1,92 / 5,17 \cdot 100\% \approx 37,13 \%$$

$$\omega(\text{Ag}) \approx 3,24 / 5,17 \cdot 100\% \approx 62,67 \%$$

Ответ: 37,13 % Cu, 62,67 % Ag.

Химия, специализации «Химия» критерии оценивания 8, 9 классы

1.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 60% - 3 балла
- Задание решено на 100% - 5 баллов

2.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 20% - 1 балл
- Задание решено на 60% - 3 балла
- Задание решено на 100% - 5 баллов

3.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 40% - 2 балла
- Задание решено на 80% - 4 балла
- Задание решено на 100% - 5 баллов

4.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 30% - 3 балла
- Задание решено на 60% - 6 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

5.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 20% - 2 балла
- Задание решено на 60% - 6 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

6.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 30% - 3 балла
- Задание решено на 70% - 7 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

7.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов

- Задание решено на 30% - 3 балла
- Задание решено на 50% - 5 баллов
- Задание решено на 80% - 8 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

8. Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 20% - 2 балла
- Задание решено на 60% - 6 баллов
- Задание решено на 80% - 8 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

9.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 20% - 3 балла
- Задание решено на 40% - 6 баллов
- Задание решено на 60% - 9 баллов
- Задание решено на 80% - 12 баллов
- Задание решено на 100% - 15 баллов

10.

Критерии оценивания:

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 25% - 5 баллов
- Задание решено на 50% - 10 баллов
- Задание решено на 75% - 15 баллов
- Задание решено на 100% - 20 баллов