

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

8, 9 классы

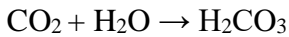
Вариант 1

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:
 $\Delta t = 1$ мин и $V_{\text{реакц. сосуда}} = 1$ л.
9. К 88 мл раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей вещества 5 % ($\rho = 1,02$ 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 %, $\rho = 1,18$ 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.).

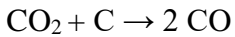
Решение варианта 1

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

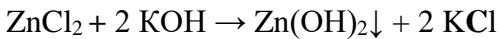
2. $Na_2CO_3 + 2 HCl \rightarrow 2 NaCl + CO_2$



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

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

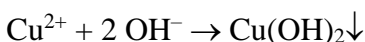
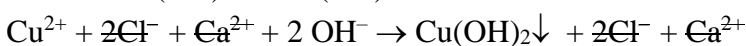
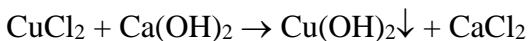
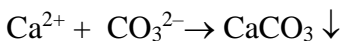
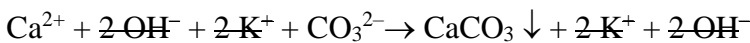
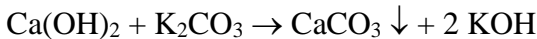
$$N(S) = 0,05 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ ат./моль} = 3,01 \cdot 10^{22} \text{ атомов}$$

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

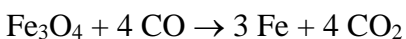


6. Определение количества образовавшегося вещества

$$v(CO_2) = m/M = 0,24 \text{ моль}$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

Уравнение химической реакции



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

Вычисление количества и массы железа

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

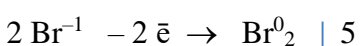
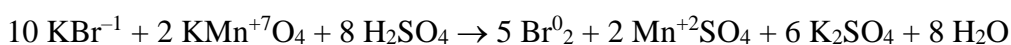
$$v(Fe) = 0,18 \text{ моль}$$

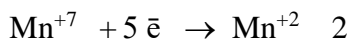
$$M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$$

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

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).

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

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

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

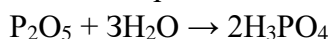
Ответ. Вторая реакция протекала в 2 раза быстрее первой реакции.

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

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

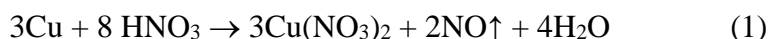
$$m'_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{p-p}(\text{H}_3\text{PO}_4) + 1 = 90,76 \text{ г}$$

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

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

8, 9 классы

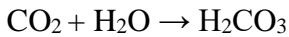
Вариант 1

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. При восстановлении оксида железа (II, III) оксидом углерода (II) образовалось 10,56 г соединения углерода. Чему равна масса образовавшегося при этом железа?
5. Запишите окончание окислительно-восстановительной реакции, приведите схему электронного баланса и напишите полное молекулярное уравнение:
$$\text{KBr} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots + \dots$$
6. К 88 мл раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей вещества 5 % ($\rho = 1,02$ г/мл) прибавили 1 г оксида фосфора (V) и нагрели. Вычислите массовую долю ортофосфорной кислоты в образовавшемся растворе.

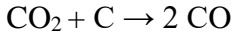
Решение варианта 1

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

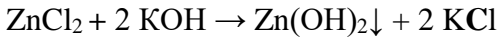
2. $Na_2CO_3 + 2 HCl \rightarrow 2 NaCl + CO_2$



t^0



3. $Zn + Cl_2 \rightarrow ZnCl_2$

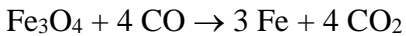


Способ получения вещества в две стадии (реакции) считается рациональным.

4. Определение количества образовавшегося вещества

$$v(CO_2) = m/M = 0,24 \text{ моль} \quad M(CO_2) = 44 \text{ г/моль}$$

Уравнение химической реакции



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

Вычисление количества и массы железа

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

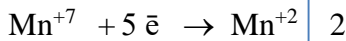
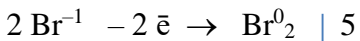
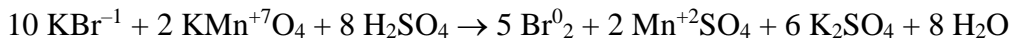
$$v(Fe) = 0,18 \text{ моль}$$

$$M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$$

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

Ответ: $m(Fe) = 10,08 \text{ г}$

5.

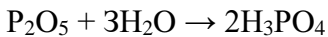


6. Определим массу ортофосфорной кислоты в исходном растворе

$$m_{p-p}(H_3PO_4) = v \cdot \rho = 89,76 \approx 90 \text{ г}$$

$$m(H_3PO_4) = \frac{m_{p-p}(H_3PO_4) \cdot \omega}{100\%} = 4,488 \approx 4,5 \text{ г}$$

Реакция, протекающая при добавлении P_2O_5 к раствору



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

$$v'(P_2O_5) = \frac{1}{142} \approx 0,007 \text{ моль (добавлено в раствор)} \quad M(P_2O_5) = 142 \text{ г/моль}$$

Вычисление массы образовавшейся ортофосфорной кислоты

$$v'(P_2O_5) = 0,007 \text{ моль, образуется } x \text{ моль} = v'(H_3PO_4) = 2 \cdot 0,007/1 = 0,014 \text{ моль}$$

$$m'(H_3PO_4) 0,014 \cdot 98 \text{ г/моль} = 1,38 \text{ г (дополнительно образовалось в растворе)}$$

Массы ортофосфорной кислоты и растворе, после добавления P_2O_5

$$m''(H_3PO_4) = m(H_3PO_4) + 1,38 = 5,88 \text{ г;}$$

$$m'_{p-p}(H_3PO_4) = m_{p-p}(H_3PO_4) + 1 = 90,76 \text{ г}$$

Вычисление массовой доли ортофосфорной кислоты в образовавшемся растворе

$$\omega'(H_3PO_4) = \frac{m''(H_3PO_4)}{m'_{p-p}(H_3PO_4)} \cdot 100\% \approx 6,48 \%$$

Ответ. $\omega'(H_3PO_4) \approx 6,48 \%$.

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 70% - 7 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

5.

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

6.

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