

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

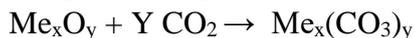
**10, 11 классы**

**Вариант 2**

1. Приведите в общем виде уравнение реакции взаимодействия оксида металла с оксидом углерода (IV).
2. При взаимодействии алюминия с оксидом железа (II, III) образовалось 36,72 г соединения алюминия. Чему равна масса образовавшегося железа?
3. 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. Йодид магния, гидроксид калия, хлорид калия, фосфат калия.
4. Как, исходя из железа, получить гидроксид железа (II)? Приведите уравнения реакций.
5. Как, исходя из метана, получить ацетальдегид, без использования других углеродсодержащих веществ? Приведите уравнения реакций и укажите условия их проведения.
6. В первой реакции образовалось 12 г карбоната кальция, а во второй реакции в тех же условиях 20,7 г карбоната калия. Какая реакция проходила с большей скоростью и во сколько раз? Условия проведения реакций:  $\Delta t = 1$  мин и  $V = 1$  л.
7. Запишите окончание окислительно-восстановительной реакции, приведите схему электронного баланса и напишите полное молекулярное уравнение:  
 $S + KClO_3 + H_2O \rightarrow Cl_2 + K_2SO_4 + \dots$
8. К 27 мл раствора серной кислоты с массовой долей вещества 6 % ( $\rho = 1,04$  г/мл) прибавили 2 г оксида серы (VI). Вычислите массовую долю серной кислоты в образовавшемся растворе.
9. Для нейтрализации хлороводорода, образовавшегося при радикальном хлорировании 336 мл (н.у.) газообразного предельного углеводорода, потребовалось 19 мл 9%-ого раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,05$  г/мл). Определите, сколько атомов водорода заместилось хлором.
10. К 97,2 г раствора бромоводородной кислоты, с массовой долей вещества 25 %, добавили некоторое количество бутиламина. Затем через полученный раствор стали пропускать этилен до тех пор, пока не закончилось поглощение газа. Масса раствора оказалась равной 112,7 г. Вычислите объём (л) поглощенного газа (н.у.).

## Решение варианта 2

1. Уравнение реакции в общем виде



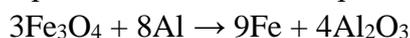
$MeO + CO_2 \rightarrow MeCO_3$  это частный случай решения (неполный ответ, 3 балла)

2. Определение количества образовавшегося вещества.

$$v(Al_2O_3) = m/M = 0,36 \text{ моль}$$

$$M(Al_2O_3) = 102 \text{ г/моль}$$

Уравнение химической реакции



$$9 \text{ моль} - 4 \text{ моль}$$

$$v(Fe) = x \text{ моль} - 0,36 \text{ моль}$$

Вычисление количества и массы железа

$$x = v(Fe) = 9 \cdot 0,36/4 = 0,81 \text{ моль}$$

$$v(Fe) = 0,81 \text{ моль};$$

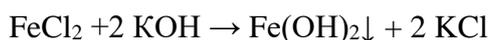
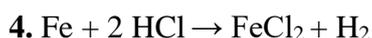
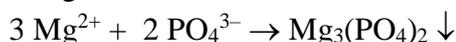
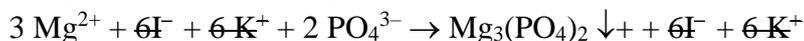
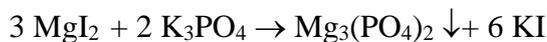
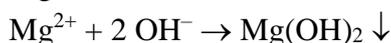
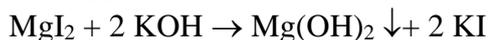
$$M(Fe) = 56 \text{ г/моль}$$

$$m(Fe) = 0,81 \cdot 56 = 45,36 \text{ г}$$

**Ответ:**  $m(Fe) = 45,36 \text{ г}$

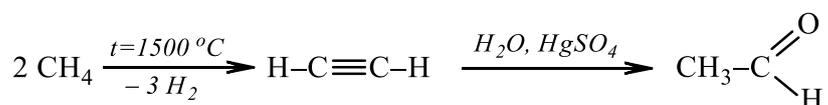
3. Не реагирует с другими веществами KCl

Реагирует с оставшимися веществами  $MgI_2$



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

5.



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

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

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

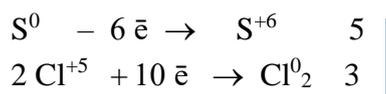
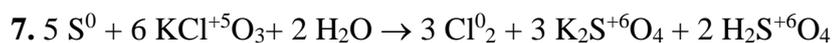
Обычно концентрации реагентов выражают в моль/л, а скорость реакции — моль/(л·с).

$$M(CaCO_3) = 100 \text{ г/моль}; v(CaCO_3) = 0,12 \text{ моль} = v_1$$

$$M(K_2CO_3) = 138 \text{ г/моль}; v(K_2CO_3) = 0,15 \text{ моль} = v_2$$

$$\text{Соотношение скоростей реакций } v_2/v_1 = \frac{\Delta c_2}{\Delta t} : \frac{\Delta c_1}{\Delta t} = \frac{\Delta c_2}{\Delta c_1} = \frac{0,15}{0,12} = 1,25$$

**Ответ.** Вторая реакция протекала в 1,25 раза быстрее первой реакции.



8. Определим массу серной кислоты в исходном растворе.

$$m_{p-p}(H_2SO_4) = v \cdot \rho = 28,08 \approx 28 \text{ г}$$

$$m(H_2SO_4) = \frac{m_{p-p}(H_2SO_4) \cdot \omega}{100\%} = 1,6848 \approx 1,7 \text{ г}$$

Реакция, протекающая при добавлении  $SO_3$  к раствору



$$v'(SO_3) = \frac{1,5}{80} = 0,025 \text{ моль (добавлено в раствор)} \quad M(SO_3) = 80 \text{ г/моль}$$

Вычисление количества и массы образовавшейся серной кислоты

$$v'(SO_3) = 0,025 \text{ моль, образуется } x \text{ моль } = v'(H_2SO_4) = 1 \cdot 0,025 / 1 = 0,025 \text{ моль}$$

$$m'(H_2SO_4) = 0,025 \cdot 98 \text{ г/моль} = 2,45 \text{ г (дополнительно образовалось в растворе)}$$

Массы осерненной кислоты и растворе, после добавления  $SO_3$

$$m''(H_2SO_4) = m(H_2SO_4) + 2,45 = 4,1348 \text{ г}$$

$$m'_{p-p}(H_2SO_4) = m_{p-p}(H_2SO_4) + 2 = 30,08 \approx 30 \text{ г}$$

Вычисление массовой доли серной кислоты в образовавшемся растворе

$$\omega'(H_2SO_4) = \frac{m''(H_2SO_4)}{m'_{p-p}(H_2SO_4)} \cdot 100\% \approx 13,75 \%$$

**Ответ.**  $\omega'(H_2SO_4) \approx 13,75 \%$ .

9. Уравнение хлорирования алкана в общем виде



Вычисление массы и количества гидроксида натрия, необходимого для нейтрализации HCl

$$m_{p-p}(NaOH) = V_{p-p}(NaOH) \cdot \rho = 19 \text{ мл} \cdot 1,05 \text{ г/мл} \approx 20 \text{ г}$$

$$m(NaOH) = m_{p-p}(NaOH) \cdot \omega(NaOH) = 20 \cdot 0,09 = 1,8 \text{ г}$$

$$V(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{1,8}{40} = 0,045 \text{ моль} \quad M(NaOH) = 40 \text{ г/моль}$$

Вычисление количества алкана

$$V(C_nH_{2n+2}) = 0,336 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,015 \text{ моль}$$

По уравнению реакции нейтрализации



$$v(HCl) = v(NaOH) = 0,045 \text{ моль}$$

По уравнению реакции хлорирования (1) определяем мольное соотношение количеств хлороводорода и алкана

$$v(HCl) = m \cdot v(C_nH_{2n+2}) \Rightarrow m = \frac{v(HCl)}{v(C_nH_{2n+2})} = \frac{0,045}{0,015} = 3$$

Число атомов алкана, замещенных при хлорировании алкана, равно мольному соотношению количеств HCl и  $C_nH_{2n+2}$

**Ответ:** на хлор заместилось 3 атома водорода.

10. Уравнения протекающих реакций:



Пусть количества добавленных пропиламина и этилена

$$v(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) = x \text{ моль};$$

$$M(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) = 73 \text{ г/моль}$$

$$\text{а } v(\text{C}_2\text{H}_4) = y \text{ моль};$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль}$$

Тогда массы добавленных пропиламина и этилена

$$m(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) = M \cdot v = 73 \cdot x \text{ (г)}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = M \cdot v = 28 \cdot y \text{ (г)}$$

Масса и количество бромоводорода

$$m(\text{HBr}) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{HBr}) \cdot \omega(\text{HBr})}{100\%} = \frac{97,2 \cdot 25}{100\%} = 24,3 \text{ г.}$$

$$v(\text{HBr}) = \frac{m(\text{HBr})}{M(\text{HBr})} = \frac{24,3}{81} = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{HBr}) = 81 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) = v_1(\text{HBr}) = x \text{ моль}$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = v_2(\text{HBr}) = y \text{ моль}$$

$$v_1(\text{HBr}) + v_2(\text{HBr}) = 0,3 \text{ моль, отсюда}$$

$$v(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) + v(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow x + y = 0,3 \text{ моль}$$

Масса раствора увеличилась на  $112,7 - 97,2 = 15,5 \text{ г}$  за счет вступивших в реакции  $x$  моль бутиламина и  $y$  моль этилена, т.е.

$$m(\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2) + m(\text{C}_2\text{H}_4) = 15,5, \text{ следовательно: } 73x + 28y = 15,5$$

$$\text{Составляем систему уравнений } \begin{cases} 73x + 28y = 15,5 \\ x + y = 0,3 \end{cases}$$

Решение системы уравнений дает результат:

$$x = 0,15 \text{ моль, } y = 0,15 \text{ моль}$$

Поскольку бутиламин – жидкость, то объём поглощённого газа будет равен:

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,15 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,36 \text{ л}$$

$$\text{Ответ: } v(\text{C}_2\text{H}_4) = 3,36 \text{ л}$$

## Химия, специализации «Химия» критерии оценивания 10, 11 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 20% - 1 балл
- Задание решено на 60% - 3 балла
- Задание решено на 100% - 5 баллов

4.

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

5.

Критерии оценивания :

- Задание не решено - 0 баллов
- Задание решено на 40% - 4 балла
- Задание решено на 80% - 8 баллов
- Задание решено на 100% - 10 баллов

6.

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

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% - 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

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 20% - 4 балла
- Задание решено на 40% - 8 баллов
- Задание решено на 60% - 12 баллов
- Задание решено на 70% - 14 баллов
- Задание решено на 90% - 18 баллов
- Задание решено на 100% - 20 баллов