

**Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по профилю «Химия» специализации «Химия» и «Химические технологии»
(общеобразовательный предмет химия), осень 2021 год**

8, 9 классы

Вариант 1

1. Определите массу осадка (г) образующегося при пропускании 8,96 л сероводорода (н.у.) через раствор, содержащий 6,8 г нитрата серебра?
2. При нагревании 17,68 г оксида трёхвалентного металла выделилось 1,344 л кислорода (н.у.). Определите металл. В ответе укажите химический символ металла.
3. При действии соляной кислоты на 6 г смеси цинка и его оксида выделился некоторый объем газа, при сгорании которого образовалось 0,55 г воды. Определите массовую долю (%) цинка в смеси.
4. При анализе некоторой кислоты было обнаружено, что в ней содержится 67,6 % хлора и 30,5 % (по массе) кислорода. Найдите формулу этой кислоты. В ответе запишите химическую формулу этой кислоты.
5. Какой объем (мл) 50% серной кислоты ($\rho = 1,4$ г/мл) потребуется для взаимодействия с гидроксидом железа (III), если образуется 3 г соли?
6. Имеется 8,25 г смеси натрия и гидрида натрия. При взаимодействии этой смеси с избытком воды образовалось 6,16 л (н.у.) газа. Определить массу натрия (г) в исходной смеси.
7. Два стакана одинаковой массы, в одном из которых находится 100 г раствора серной кислоты с массовой долей вещества 19,2 %, а в другом 100 г воды поместили на чаши весов. В стакан с водой поместили 8 г технического карбида кальция, содержащего 4 % инертных примесей. Вычислите массу железа (г), которую необходимо добавить в другой стакан, чтобы весы уравновесились.

Решение варианта 1

1. Запишем уравнение реакции задания $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3$

$\nu(\text{H}_2\text{S}) = \nu/\nu_M = 8,96/22,4 = 0,4$ моль (избыток)

$M(\text{AgNO}_3) = 170$ г/моль $\nu(\text{AgNO}_3) = 6,8/170 = 0,04$ моль

$\nu(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,02$ моль $M(\text{Ag}_2\text{S}) = 170$ г/моль $m(\text{Ag}_2\text{S}) = 4,96$ г

Ответ: $m(\text{Ag}_2\text{S}) = 4,96$ г

2. Общая формула трехвалентного оксида $\text{Э}_2\text{O}_3$

Реакция разложения оксида $2\text{Э}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Э} + 3\text{O}_2$

Определим число количество выделившегося кислорода

$\nu(\text{O}_2) = 1,344 \text{ л} / 22,4 \text{ моль/л} = 0,06$ моль.

По уравнению реакции разложения оксида можно определить количество неизвестного оксида $\nu(\text{Э}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,06/3 = 0,04$ моль.

Определим молярную массу неизвестного оксида $M(\text{Э}_2\text{O}_3) = 17,68 / 0,04 = 442$ г/моль.

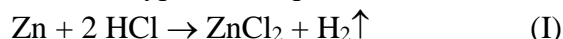
Определим молярную массу неизвестного металла

$M(\text{Э}_2\text{O}_3) = 2 \cdot M(\text{Э}) + 3 \cdot M(\text{O}) \Rightarrow 2 \cdot M(\text{Э}) + 48 = 442$. $M(\text{Э}) = 197$ г/моль

Определим неизвестный металл $M(\text{Au}) = 197$ г/моль. Неизвестный металл – золото

Ответ: Au

3. Запишем уравнения реакций задания



Рассчитаем молярную массу и определим количество образовавшейся воды

$M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ г/моль $\Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,9/18 = 0,03$ моль

По уравнению реакции (II) $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,03$ моль

По уравнению реакции (I) $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn}) = 0,03$ моль.

$m(\text{Zn}) = 1,95$ г; $\omega(\text{Zn}) = 1,95/6 \cdot 100\% = 32,5 \%$

Ответ: $\omega(\text{Zn}) = 32,5 \%$

4. Общая формула такой кислоты $\text{H}_x\text{Cl}_y\text{O}_z$

По условию $\frac{z}{y} = \frac{w\%(\text{O})}{A_r(\text{O})} : \frac{w\%(\text{Cl})}{A_r(\text{Cl})} = \frac{30,5\%}{16} : \frac{67,6\%}{35,5} = 1:1$

Поскольку $67,6\% + 30,5\% \neq 100\%$, то кислота содержит ещё один элемент.

Любая кислота содержит водород.

$w(\text{H}) = 100\% - (67,6\% + 30,5\%) = 1,9\%$

Найдём соотношение Н:О или $x:y$

$\frac{x}{z} = \frac{w\%(\text{H})}{A_r(\text{H})} : \frac{w\%(\text{O})}{A_r(\text{O})} = \frac{1,9\%}{1} : \frac{30,5\%}{16} = 1:4$; формула кислоты HClO_4

Ответ: HClO_4

5. Запишем уравнение реакции $3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow (\text{Fe})_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$

3 моль

1 моль

Рассчитаем молярную массу и количество соли: $M[(\text{Fe})_2(\text{SO}_4)_3] = 400$ г/моль; $\nu = 3/400 = 0,0075$ моль

По уравнению реакции, на взаимодействие с $\text{Fe}(\text{OH})_3$ требуется $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0225$ моль

Рассчитаем молярную массу H_2SO_4 и её массу, необходимую для реакции:

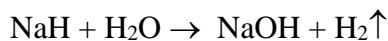
$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ г/моль; $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu \cdot M = 0,0225 \cdot 98 = 2,205$ г.

Определим массу раствора серной кислоты $m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{60\%} \cdot 100\% = 3,675$ г

Определим объём раствора серной кислоты $v_{p-p}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{p-p}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho} = \frac{m_{p-p}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{1,5} = 2,625$ мл

Ответ: $v_{p-p}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,625$ мл

6. Уравнения реакций задания: $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$



Определим количество образовавшегося водорода $v(\text{H}_2) = 6,16/22,4 = 0,275$ моль.

Количества натрия и гидрида натрия в смеси обозначим X и Y, соответственно:



X моль $X/2$ моль = $v(\text{H}_2)_\text{I}$



Y моль Y моль = $v(\text{H}_2)_\text{II}$

Тогда массы веществ в смеси $m(\text{Na}) = X \cdot 23$ г; $m(\text{NaH}) = Y \cdot 24$ г.

Составим систему уравнений

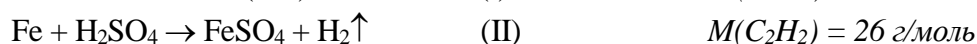
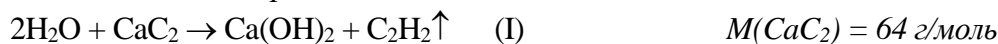
$$\begin{cases} m(\text{Na}) + m(\text{NaH}) = 8,25 \Rightarrow X \cdot 23 + Y \cdot 24 = 8,25 \\ v(\text{H}_2)_\text{I} + v(\text{H}_2)_\text{II} = 0,275 \Rightarrow X/2 + Y = 0,275 \end{cases}$$

Решим систему: X = 0,15 моль; Y = 0,2 моль.

$m(\text{Na}) = 0,15 \cdot 23 = 3,45$ г. $m(\text{NaH}) = 0,2 \cdot 24 = 4,8$ г.

Ответ: $m(\text{Na}) = 3,45$ г.

7. Запишем химические реакции задания



Определим массу и количество чистого карбида кальция

$$m(\text{CaC}_2) = m_{\text{технич.}}(\text{CaC}_2) \cdot \frac{100\% - w_{\text{примесей}}}{100\%} = 7,68 \text{ г} \Rightarrow v(\text{CaC}_2) = 0,12 \text{ моль.}$$

По уравнению реакции (I) $v(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,12$ моль $\Rightarrow m(\text{C}_2\text{H}_2) = 3,12$ г;

Масса первого стакана после реакции

$$m_{\text{(после р-ции)}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CaC}_2_{\text{техн.}}) - m(\text{C}_2\text{H}_2) = 100 + 8 - 3,12 = 104,88 \text{ г.}$$

Пусть во второй стакан добавили X г Fe, $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$

Тогда $v(\text{Fe}) = X/56$ моль

По уравнению (II) количество и масса выделившегося водорода $v(\text{H}_2) = X/56$ моль; $m(\text{H}_2) = 2X/56$ г

Масса второго стакана после реакции

$$m_{\text{(после р-ции)}} = m_{p-p}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{Fe}) - m(\text{H}_2) = 100 + X - 2 \cdot X/56 = 104,88 \text{ г;}$$

$$0,964 \cdot X = 4,88 \text{ г; } X = 5,06 \text{ г.}$$

Ответ: $m(\text{Fe}) = 5,06$ г.