

**Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по профилю «Химия» специализации «Химия» и «Химические технологии»
(общеобразовательный предмет химия), осень 2023 год**

8, 9 классы

Вариант 1

1. Определите массу осадка (г), образующегося при взаимодействии 1,9 г сульфита калия с раствором, содержащем 3,31 г нитрата свинца?
2. Имеется сульфид металла с валентностью IV. Соотношение молярной массы этой соли к оксиду того же металла составляет 1,212. Какой металл образует такие соединения? В ответе приведите химический знак неизвестного металла.
3. При действии соляной кислоты на 10,4 г смеси цинка и его оксида выделился некоторый объем газа, при сгорании которого образовалось 0,72 г воды. Определите массовую долю (%) цинка в смеси.
4. В лаборатории имеется соединение неизвестного состава. Раствор этого вещества способен изменять окраску лакмуса с фиолетового на красный цвет. Установлено, что вещество содержит кислород и фосфор с массовыми долями 60% и 38,75%, соответственно. Определите простейшую формулу этого вещества и запишите её в ответе.
5. Имеется сплав серебра, алюминия и железа, в котором соотношение металлов 1:1:1 (по молям). Этот сплав поместили в избыток разбавленного раствора соляной кислоты. Выделившимся водородом можно восстановить 60,8 г оксида хрома (III). Определите исходную массу сплава.
6. 5 г оксида магния растворили в 120 мл раствора ($\rho = 1,1$ г/мл) с массовой долей серной кислоты 12%. Рассчитайте массовую долю (%) сульфата магния в полученном растворе.
7. 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.

1 моль — 3 моль

0,4 моль — 1,2 моль

$$v(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 60,8/152 = 0,4 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2) = 2,5 \cdot x = 1,2 \text{ моль} \Rightarrow x = 0,48 \text{ моль}$$

По условию $v(\text{Al}) = v(\text{Fe}) = 0,48 \text{ моль} \Rightarrow v(\text{Ag}) = 0,48 \text{ моль}$

$$m(\text{Al}) = 0,48 \cdot 27 = 12,96 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 0,48 \cdot 56 = 26,88 \text{ г}$$

$$m(\text{Ag}) = 0,48 \cdot 108 = 51,84 \text{ г}$$

$$m(\text{сплава}) = 12,96 + 26,88 + 51,84 = 91,68 \text{ г}$$

Ответ. 91,68

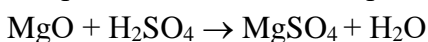
$$M(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль}$$

6. Уравнение химической реакции и определение вещества в избытке



1 моль — 1 моль

Проверка на «избыток-недостаток»

$$v(\text{MgO}) = m(\text{MgO})/M(\text{MgO}) = 5/40 = 0,125 \text{ моль}$$

$$M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,1 \cdot 120 = 132 \text{ г}$$

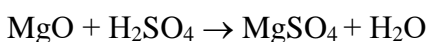
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w}{100\%} = \frac{132 \cdot 12}{100} = 15,84 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)/M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 15,84/98 \approx 0,16 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$v(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{по условию}} = 0,16 \text{ моль} > v(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{по уравнению}} = v(\text{MgO}) = 0,125 \text{ моль} \Rightarrow$ серная кислота в избытке, поэтому расчет делается по оксиду магния.

Расчет массы продукта реакции



1 моль — 1 моль

$$v(\text{MgSO}_4) = v(\text{MgO}) = 0,125 \text{ моль}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = v(\text{MgSO}_4) \cdot M(\text{MgSO}_4) = 0,125 \cdot 120 = 15 \text{ г}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль}$$

Расчет массовой доли продукта реакции

$$m_{\text{р-р}} = m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{MgO}) = 132 + 5 = 137 \text{ г}$$

$$w(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m_{\text{р-р}}} \cdot 100\% = \frac{15}{137} \cdot 100 \approx 10,95\%$$

Ответ. 10,95

7. Масса кислоты в исходном растворе

$$m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = v \cdot \rho = 28,08 \approx 28 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w}{100\%} = 1,6848 \approx 1,7 \text{ г}$$

Количество добавленного оксида

$$v(\text{SO}_3) = \frac{2}{80} = 0,025 \text{ моль}$$

$$M(\text{SO}_3) = 80 \text{ г/моль}$$

Количество образовавшейся кислоты $v_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ в растворе



1 моль — 1 моль

$$v(\text{SO}_3) = 0,025 \text{ моль} \text{ — } x \text{ моль} = v_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 0,025/1 = 0,025 \text{ моль}$$

Масса образовавшейся кислоты $m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_4)$ в растворе

$$m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,025 \cdot 98 \text{ г/моль} = 2,45 \text{ г}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

Общая масса кислоты $m'(\text{H}_2\text{SO}_4)$ в растворе

$$m'(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,6848 + 2,45 = 4,1348 \text{ г}$$

Масса раствора после добавления оксида

$$m'_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{SO}_3) = 28,08 + 2 = 30,08 \approx 30 \text{ г}$$

Массовая доля $\omega'(\text{H}_2\text{SO}_4)$ в образовавшемся растворе

$$\omega'(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m'(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m'_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot 100\% \approx 13,75 \%$$

Ответ. 13,75

Критерии оценивания 8, 9 классы

Критерии оценивания задания 1		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>		<i>Максимальный балл за элемент решения</i>
<i>(элемент решения сделан верно и полно)</i>		<i>(баллы за каждый верный элемент решения суммируются)</i>
1	Уравнение химической реакции	3
2	Определение вещества в избытке	3
3	Расчет количества продукта реакции	2
4	Расчет массы продукта реакции	2

Критерии оценивания задания 2		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>		<i>Максимальный балл за элемент решения</i>
<i>(элемент решения сделан верно и полно)</i>		<i>(баллы за каждый верный элемент решения суммируются)</i>
1	Записаны формулы соединений металла в общем виде	2
2	Записаны молярные массы соединений в общем виде	2
3	Приведено соотношение молярных масс соединений в общем виде	2
4	Рассчитана относительная атомная масса металла	2
5	Определен металл	2

Критерии оценивания задания 3		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>		<i>Максимальный балл за элемент решения</i>
<i>(элемент решения сделан верно и полно)</i>		<i>(баллы за каждый верный элемент решения суммируются)</i>
1	Записаны уравнения реакций	3
2	Рассчитаны количества веществ	3
3	Рассчитана масса металла	2
4	Рассчитана массовая доля металла	2

Критерии оценивания задания 4		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>		<i>Максимальный балл за элемент решения</i>
<i>(элемент решения сделан верно и полно)</i>		<i>(баллы за каждый верный элемент решения суммируются)</i>
1	Определение массовой доли водорода в молекуле	3
2	Нахождение индекса кислорода в формуле кислоты	3
3	Нахождение индекса элемента в формуле кислоты	3
4	Нахождение индекса водорода в формуле кислоты	3
5	Запись простейшей формулы кислоты	3

Критерии оценивания задания 5		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>		<i>Максимальный балл за элемент решения</i>
<i>(элемент решения сделан верно и полно)</i>		<i>(баллы за каждый верный элемент решения суммируются)</i>
1	Уравнения реакций задачи	3

2	Рассчитано количество водорода	3
3	Рассчитано количества металлов	3
4	Рассчитаны массы металлов	3
5	Рассчитана масса сплава	3

Критерии оценивания задания 6

<i>Решение содержит следующие элементы</i> (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Уравнение химической реакции	3
2	Определение вещества в избытке	4
3	Расчет массы продукта реакции	4
4	Расчет массовой доли продукта реакции	4

Критерии оценивания задания 7

<i>Решение содержит следующие элементы</i> (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Расчет массы кислоты в исходном растворе	5
2	Расчет количества добавленного оксида	5
3	Расчет массы кислоты в образовавшемся растворе	5
4	Расчет массовой доли кислоты	5