

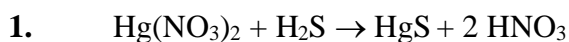
**Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по профилю «Химия» специализации «Химия» и «Химические технологии»
(общеобразовательный предмет химия), осень 2023 год**

8, 9 классы

Вариант 2

- 1.** Определите массу осадка (г), образующегося при пропускании 6,5 г газообразного сероводорода, через раствор, содержащий 6,5 г нитрата ртути?
- 2.** Имеется бромид металла с валентностью III. Соотношение молярной массы этой соли к оксиду того же металла составляет 1,85. Какой металл образует такие соединения? В ответе приведите химический знак неизвестного металла.
- 3.** При действии избытка соляной кислоты на 156,8 г смеси железа и его смешанного оксида (II, III) выделился некоторый объем газа, при сгорании которого образовалось 12,6 г воды. Определите массовую долю (%) железа 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 бор с массовыми долями 77,5% и 17,7 % соответственно. Определите простейшую формулу этого вещества и запишите её в ответе.
- 5.** Имеется сплав магния, меди и галлия, в котором соотношение металлов 1:1:1 (по молям). Этот сплав поместили в избыток разбавленного раствора соляной кислоты. Выделившимся водородом можно восстановить 48 г оксида железа (III). Определите исходную массу сплава.
- 6.** 10,8 г оксида железа (II) растворили в 150 мл раствора ($\rho = 1,1$ г/мл) соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 12%. Рассчитайте массовую долю (%) хлорида железа (II) в полученном растворе.
- 7.** К 28,6 мл раствора сернистой кислоты с массовой долей вещества 5% ($\rho = 1,05$ г/мл) прибавили 1,5 г оксида серы (IV). Вычислите массовую долю (%) сернистой кислоты в образовавшемся растворе.

Решение варианта 2



1 моль – 1 моль – 1 моль

0,02 моль – $x = 0,02 = 0,02$ моль (по уравнению)

$\nu(\text{H}_2\text{S}) = 6,5/34 \approx 0,19$ моль (по условию) (т.е. это недостаток)

$\nu(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 6,5/325 = 0,02$ моль (**избыток**)

$\nu(\text{HgS}) = 0,019$ моль; $m(\text{HgS}) \approx 4,5$ г

$M(\text{HgS}) = 233$ г/моль

Ответ: 4,5

2. Химические формулы бромида и оксида металла MeBr_3 ; Me_2O_3 .

Молярные массы таких соединений $M(\text{MeBr}_3) = A_r(\text{Me}) + 80 \cdot 3$; $M(\text{Me}_2\text{O}_3) = A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3$.

Тогда соотношение молярных масс таких соединений будет

$$1,85 = \frac{A_r(\text{Me}) + 80 \cdot 3}{A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3} = \frac{A_r(\text{Me}) + 240}{2 \cdot A_r(\text{Me}) + 48} \Rightarrow 3,7 \cdot A_r(\text{Me}) + 88,8 = A_r(\text{Me}) + 240$$

$$2,7 \cdot A_r(\text{Me}) = 151,2 \Rightarrow A_r(\text{Me}) = 56.$$

$M(\text{FeBr}_3) = 296$ г/моль

Неизвестный металл Me железо Fe.

$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$ г/моль

Ответ. Fe

3. Химические формулы бромида и оксида металла MeBr_3 ; Me_2O_3 .

Молярные массы таких соединений $M(\text{MeBr}_3) = A_r(\text{Me}) + 80 \cdot 3$; $M(\text{Me}_2\text{O}_3) = A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3$.

Тогда соотношение молярных масс таких соединений будет

$$1,85 = \frac{A_r(\text{Me}) + 80 \cdot 3}{A_r(\text{Me}) \cdot 2 + 16 \cdot 3} = \frac{A_r(\text{Me}) + 240}{2 \cdot A_r(\text{Me}) + 48} \Rightarrow 3,7 \cdot A_r(\text{Me}) + 88,8 = A_r(\text{Me}) + 240$$

$$2,7 \cdot A_r(\text{Me}) = 151,2 \Rightarrow A_r(\text{Me}) = 56.$$

$M(\text{FeBr}_3) = 296$ г/моль

Неизвестный металл Me железо Fe.

$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$ г/моль

Ответ. Fe

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

$$\text{По условию } \frac{y}{z} = \frac{w\%(\text{B})}{M(\text{B})} : \frac{w\%(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{17,7\%}{11} : \frac{77,5\%}{16} = 1,6:4,85$$

Поскольку, числа y, z должны быть целыми, то полученное соотношение делим на меньшее из них число $\frac{y}{z} = \frac{1,6\%}{1,6} : \frac{4,85\%}{1,6} = 1:3$

Поскольку $17,7\% + 77,5\% \neq 100\%$, то кислота содержит ещё один элемент

Любая кислота содержит водород.

$$w(\text{H}) = 100\% - (17,7\% + 77,5\%) = 4,8\%.$$

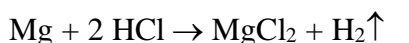
Найдём соотношение Н:О или $x:z$

$$\frac{x}{z} = \frac{w\%(\text{H})}{M(\text{H})} : \frac{w\%(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{4,8\%}{1} : \frac{77,5\%}{16} = 1:1$$

Поскольку, ранее было подсчитано, что $z=3$, то и $x=3$. Формула кислоты H_3BO_3

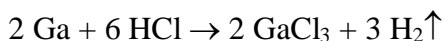
Ответ: H_3BO_3

5. $\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow$ реакция не идет



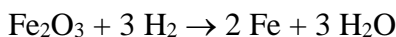
$$1 \text{ моль} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ моль}$$

$$x \text{ моль} \quad \text{-----} \quad x \text{ моль}$$



$$2 \text{ моль} \quad \text{-----} \quad 3 \text{ моль}$$

$$x \text{ моль} \quad \text{-----} \quad 1,5 x$$



$$1 \text{ моль} \quad \text{---} \quad 3 \text{ моль}$$

$$0,3 \text{ моль} \quad \text{---} \quad 0,9 \text{ моль}$$

$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 48/160 = 0,3 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2) = 2,5 x = 0,9 \text{ моль} \Rightarrow x = 0,36 \text{ моль}$$

$$\text{По условию } v(\text{Mg}) = v(\text{Ga}) = 0,36 \text{ моль} \Rightarrow v(\text{Cu}) = 0,36 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}) = 0,36 \cdot 24 = 8,64 \text{ г}$$

$$M(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,36 \cdot 64 = 23,04 \text{ г}$$

$$M(\text{Ga}) = 70 \text{ г/моль}$$

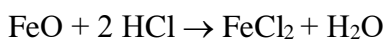
$$m(\text{Ga}) = 0,36 \cdot 70 = 25,02 \text{ г}$$

$$M(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{сплава}) = 8,64 + 23,04 + 25,02 = 56,7 \text{ г}$$

Ответ. 56,7

6. Уравнение химической реакции и определение вещества в избытке



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

Проверка на «избыток-недостаток»

$$v(\text{FeO}) = m(\text{FeO})/M(\text{FeO}) = 10,8/72 = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(\text{FeO}) = 72$$

г/моль

$$m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = \rho \cdot V_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = 1,1 \cdot 150 = 165 \text{ г}$$

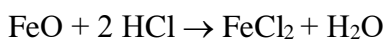
$$m(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) \cdot \omega}{100\%} = \frac{165 \cdot 12}{100} = 19,8 \text{ г}$$

$$v(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/M(\text{HCl}) = 19,8/36,5 \approx 0,54 \text{ моль}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$v(\text{HCl})_{\text{по условию}} = 0,54 \text{ моль} > v(\text{HCl})_{\text{по уравнению}} = 2 \cdot v(\text{FeO}) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow$ соляная кислота в избытке, поэтому расчет делается по оксиду железа (II).

Расчет массы продукта реакции



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

$$v(\text{FeO}) = v(\text{FeCl}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = v(\text{FeCl}_2) \cdot M(\text{FeCl}_2) = 0,15 \cdot 127 = 19,05 \text{ г}$$

$$M(\text{FeCl}_2) = 127 \text{ г/моль}$$

Расчет массовой доли продукта реакции

$$m_{\text{р-р}} = m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) + m(\text{FeO}) = 165 + 10,8 = 175,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = \frac{m(\text{FeCl}_2)}{m_{\text{р-р}}} \cdot 100\% = \frac{19,05}{175,8} \cdot 100 \approx 10,84\%$$

Ответ. 10,84

7. Масса кислоты в исходном растворе

$$m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = v \cdot \rho = 30,03 \approx 30 \text{ г}$$

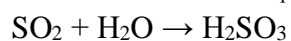
$$m(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot \omega}{100\%} = 1,5 \text{ г}$$

Количество добавленного оксида

$$v(\text{SO}_2) = \frac{1,5}{64} = 0,023 \text{ моль}$$

$$M(\text{SO}_2) = 64 \text{ г/моль}$$

Количество образовавшейся кислоты $v_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ в растворе



$$1 \text{ моль} \text{ ————— } 1 \text{ моль}$$

$$v(\text{SO}_2) = 0,023 \text{ моль} \text{ ————— } x \text{ моль} = v_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1 \cdot 0,023/1 = 0,023 \text{ моль}$$

Масса образовавшейся кислоты $m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ в растворе

$$m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,023 \cdot 82 \text{ г/моль} = 1,89 \text{ г}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_3) = 82 \text{ г/моль}$$

Общая масса кислоты $m'(\text{H}_2\text{SO}_3)$ в растворе

$$m'(\text{H}_2\text{SO}_3) = m(\text{H}_2\text{SO}_3) + m_{\text{обр.}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,5 + 1,92 = 3,39 \text{ г}$$

Масса раствора после добавления оксида

$$m'_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_3) + m(\text{SO}_2) = 30,03 + 1,5 = 31,53 \text{ г}$$

$$\omega'(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{m'(\text{H}_2\text{SO}_3)}{m'_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_3)} \cdot 100\% \approx 10,75 \%$$

Ответ. 10,85

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 кислоты	3

Критерии оценивания задания 5		
<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	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