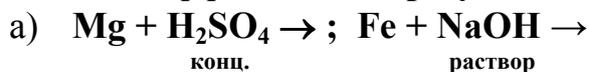


## ПРАКТИКУМ

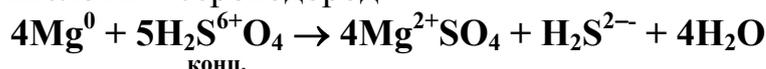
### По теме свойства металлов.

#### Примеры решения практических заданий и задач.

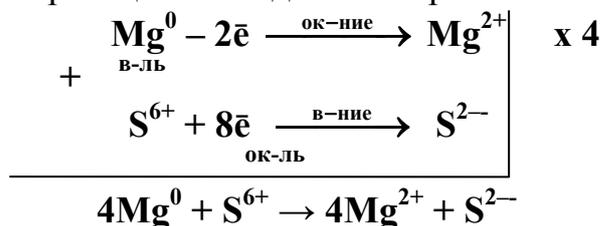
**Задание 1.** Запишите формулы продуктов в правую часть уравнения и расставьте коэффициенты при условии, что реакция идёт:



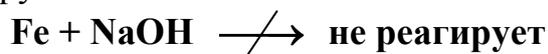
Магний – активный металл, продуктами его взаимодействия с концентрированной серной кислотой являются соль, вода и продукт восстановления атома серы  $\text{S}^{+6}$  кислоты – сероводород



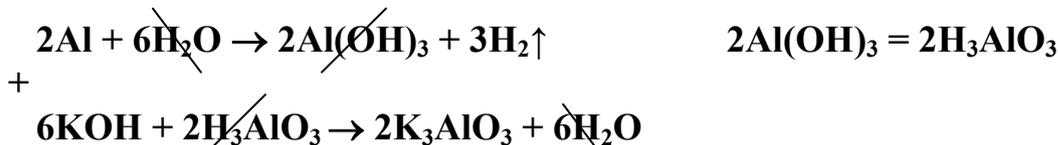
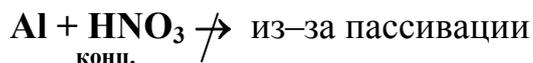
Уравняем реакцию методом электронного баланса:



Железо не является амфотерным металлом, поэтому с раствором щёлочи не реагирует:

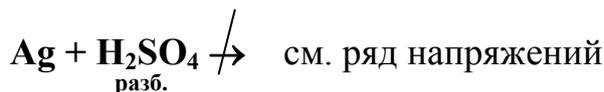
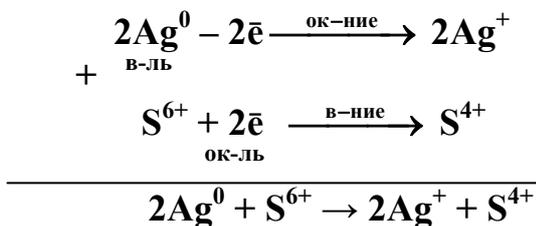
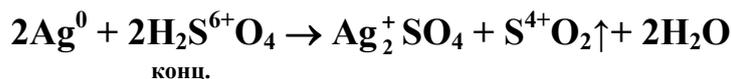


Алюминий – активный амфотерный металл, пассивируется концентрированными серной и азотной кислотами и взаимодействует с водой в присутствии щёлочи:

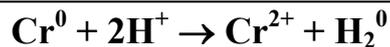
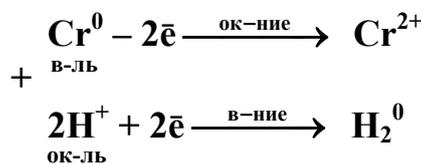
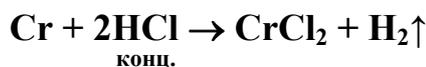
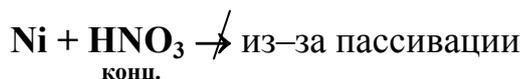


Серебро – малоактивный металл, в ряду напряжений стоит правее водорода, поэтому не вытесняет его из разбавленной серной кислоты, однако,

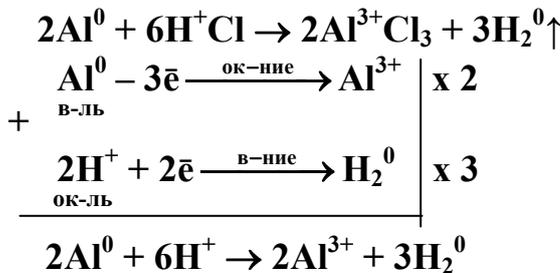
реагирует с концентрированной серной кислотой, восстанавливая её до оксида серы SO<sub>2</sub>.



Никель и хром – металлы средней активности, находятся левее водорода в ряду напряжений, вытесняют водород из обычных кислот, но пассивируются концентрированными серной и азотной кислотами.

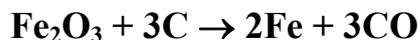
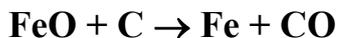


Напомним, что соляная кислота и ей подобные в любом разведении (конц. или разб.) реагируют с металлами одинаково – по атому водорода.



**Задание 2.** При восстановлении углем образца смеси оксидов железа FeO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> массой 76 г получили железо массой 56 г. Вычислите состав (%) смеси оксидов.

Запишем уравнения реакций восстановления:



Отметим:  $M_{\text{Fe}} = 56$  г/моль,  $M_{\text{FeO}} = 72$  г/моль,  $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 160$  г/моль.

Обозначим: количество (моль) оксида FeO в смеси –  $\nu_1$ ,  
количество (моль) оксида Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в смеси –  $\nu_2$

Тогда масса первого оксида составит  $\nu_1$  моль · 72 г/моль = 72  $\nu_1$  (г). Масса второго оксида –  $\nu_2$  моль · 160 г/моль = 160  $\nu_2$  (г). Их сумма – масса образца:

$$72 \nu_1 + 160 \nu_2 = 76 \quad (1)$$

Из уравнений реакций восстановления следует, что количество железа из первого оксида равно количеству оксида  $\nu_1$ , а из второго – в два раза больше количества оксида –  $2\nu_2$ . Следовательно, известная масса железа, полученного восстановлением образца смеси, может быть записана в виде суммы:

$$56 \nu_1 + 56 \cdot 2 \nu_2 = 56 \quad (2)$$

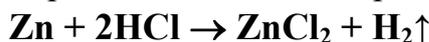
Решая совместно уравнения (1) и (2), получаем:  $\nu_1 = 0,5$  моль,  $\nu_2 = 0,25$

моль. Отсюда:  $\omega_{\text{FeO}} = \frac{m_{\text{FeO}}}{76} \cdot 100\% = \frac{72 \cdot 0,5}{76} \cdot 100\% = \underline{\underline{47,4\%}}$

$$\omega_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 100\% - \omega_{\text{FeO}} = \underline{\underline{52,6\%}}$$

**Задание 3.** Для определения содержания (%) цинка в партии технического металла, его образец массой 800 мг обработали избытком соляной кислоты. Объём (н.у.) выделившегося водорода составил 262 мл. Вычислите результат испытания образца.

Запишем уравнение действия соляной кислоты на цинк, оговорив, что ничто другое в испытуемом образце с кислотой не реагирует:



Вычислим массу чистого цинка, восстановившего водород, зная объём выделившегося в реакции водорода:

по уравнению реакции 1 моль · 22,4 л/моль H<sub>2</sub> – 1 моль · 65 г/моль Zn  
по условию задачи 0,262 л H<sub>2</sub> – x г Zn

$$x = \frac{0,262 \text{ л} \cdot 65 \text{ г}}{22,4 \text{ л}} = 0,76 \text{ г} = 760 \text{ мг}$$

– это масса цинка в образце технического металла. И последнее действие:

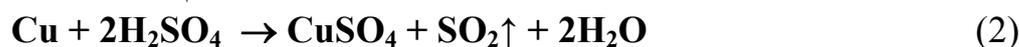
$$\omega = \frac{\text{масса цинка}}{\text{масса образца}} \cdot 100\% = \frac{760 \text{ мг}}{800 \text{ мг}} \cdot 100\% = \underline{\underline{95\%}}$$

**Задание 4.** Вычислите состав (% об.) газовой смеси, образовавшейся после действия избытка концентрированной серной кислоты на порцию смеси опилок магния, меди и железа, содержащей металлы в равных по массе долях.

Запишем и уравнием возможные реакции металлов с кислотой:



конц.



конц.



конц.

Запишем:  $M_{\text{Mg}} = 24$  г/моль,  $M_{\text{Cu}} = 64$  г/моль

Обозначим  $m_{\text{Mg}} = m_{\text{Cu}} = m_{\text{Fe}} = m$  (г). Дальше – как всегда:  
по уравнению реакции (1)

4 моль · 24 г/моль Mg – 1 моль · 22,4 л/моль H<sub>2</sub>S  
по условию задачи m г Mg – v<sub>H<sub>2</sub>S</sub> л

$$v_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{22,4}{4 \cdot 24} m \text{ (л)}$$

по уравнению реакции (2)

1 моль · 64 г/моль Cu – 1 моль · 22,4 л/моль SO<sub>2</sub>  
по условию задачи m г Cu – v<sub>SO<sub>2</sub></sub> л

$$v_{\text{SO}_2} = \frac{22,4}{64} m \text{ (л)}$$

Железо – не “газит”. Вспомним, что объёмная доля  $\varphi = \frac{v_i}{\sum v_i} \cdot 100\%$

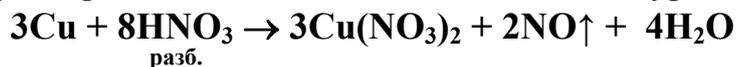
Вычисляем объёмные доли газов в смеси:

$$\varphi_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{v_{\text{H}_2\text{S}}}{v_{\text{H}_2\text{S}} + v_{\text{SO}_2}} \cdot 100\% = \frac{22,4/96}{22,4/96 + 22,4/64} \cdot 100\% = \underline{40\%}$$

$$\varphi_{\text{SO}_2} = \frac{v_{\text{SO}_2}}{v_{\text{H}_2\text{S}} + v_{\text{SO}_2}} \cdot 100\% = \frac{22,4/64}{22,4/96 + 22,4/64} \cdot 100\% = \underline{60\%}$$

**Задание 5. Определите, достаточно ли будет раствора азотной кислоты объёмом 30 мл ( $\omega = 5\%$ ,  $\rho = 1$ ), чтобы растворить медную полоску массой 1 г. Вычислите также объём (л) выделившегося в реакции газа.**

Медь реагирует с разбавленной азотной кислотой по уравнению:



$$M_{\text{Cu}} = 64 \text{ г/моль}, \quad M_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ г/моль}$$

Масса чистой азотной кислоты в растворе  $m_{\text{HNO}_3} = \omega \cdot m_{\text{р-ра}} = \omega \cdot \rho_{\text{р-ра}} \cdot V_{\text{р-ра}}$

Определим, сколько (г) меди может прореагировать с кислотой:

по уравнению реакции 8 моль · 63 г/моль HNO<sub>3</sub> – 3 моль · 64 г/моль Cu  
по условию задачи 30 мл · 1 г/мл · 0,05 г HNO<sub>3</sub> – x г Cu

$$x = \frac{30 \cdot 0,05 \cdot 3 \cdot 64}{8 \cdot 63} = 0,57 \text{ г}$$

Сразу видно, что кислоты взято недостаточно, чтобы растворить медную полосу массой 1 г.

Объём выделившегося в реакции оксида азота NO рассчитываем по недостатку, т.е. по данному количеству кислоты:

по уравнению реакции  $8 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль HNO}_3 - 2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль NO}$   
по условию задачи  $30 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} \cdot 0,05 \text{ г HNO}_3 - y \text{ л NO}$

$$y = \frac{30 \cdot 0,05 \cdot 2 \cdot 22,4 \text{ л}}{8 \cdot 63} = \underline{0,13 \text{ л}}$$

### Примеры решения тестовых заданий:

#### Задание 1. С чем будет реагировать железо при 20°?

1. вода
2. водный раствор NaOH
3. концентрированная азотная кислота
4. разбавленная серная кислота
5. водный раствор CuSO<sub>4</sub>

Решение:

При указанной температуре железо не реагирует с водой, так как имеет недостаточную активность (находится в ряду напряжений левее водорода, но значительно правее магния), и образует нерастворимый в воде гидроксид, который, к тому же, не обладает амфотерными свойствами, и не взаимодействует со щёлочью в растворе.

Концентрированная азотная и серная кислоты пассивируют железо, но из разбавленной серной кислоты железо вытесняет водород.

Железо является более активным металлом, чем медь (находится левее её в ряду напряжений), поэтому вытесняет её из водного раствора CuSO<sub>4</sub>.

Таким образом, правильные ответы – четвёртый и пятый.

#### Задание 2. Какие из металлов реагируют с водным раствором щёлочи при 50°?

1. алюминий
2. никель
3. хром
4. свинец
5. ртуть

Решение:

С водными растворами щелочей взаимодействуют металлы, расположенные до водорода в ряду напряжений, которым соответствуют амфотерные оксиды и гидроксиды, например, алюминий, бериллий, цинк, олово и свинец.

Таким образом, правильными ответами являются первый и четвёртый.

**Задание 3. Какие из металлов реагируют с концентрированной серной кислотой с выделением сероводорода?**

1. хром
2. цинк
3. марганец
4. серебро
5. свинец

Решение:

Такие металлы, как железо, хром, алюминий, никель, марганец и свинец пассивируются концентрированной серной кислотой.

При взаимодействии малоактивных, а также металлов средней активности металлов (правее железа в ряду напряжений) с концентрированной серной кислотой, продуктом восстановления является  $SO_2$ . В нашем случае таким металлом является серебро.

При взаимодействии с концентрированной серной кислотой более активных металлов (левее железа в ряду напряжений) продуктом восстановления является  $H_2S$ . В нашем случае таким металлом является цинк.

Таким образом, правильный ответ – второй.

**Задание 4. Какие продукты не могут образовываться при взаимодействии цинка с разбавленной азотной кислотой?**

1.  $N_2O$
  2.  $NH_4NO_3$
  3.  $H_2$
  4.  $NO$
  5.  $NO_2$
- ((35))

Решение:

Малоактивные металлы (находятся правее водорода в ряду напряжений) реагируют с разбавленной азотной кислотой с выделением оксида азота (II) –  $NO$ . При взаимодействии более активных металлов с разбавленной азотной кислотой происходит более глубокое восстановление азота. Состав продуктов восстановления зависит: от активности металла, от концентрации кислоты, температуры. Чаще всего образуется смесь газообразных продуктов:  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $N_2$  и  $NH_3$ .

Оксид азота  $NO_2$  образуется только при взаимодействии металлов с концентрированной азотной кислотой.

Ни один металл не вытесняет из азотной кислоты водород.

Таким образом, правильными ответами являются третий и пятый.

**Задание 5.** При полном растворении 0,5 моль серебра в разбавленной азотной кислоте выделяется объем газа:

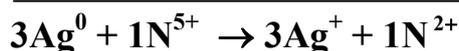
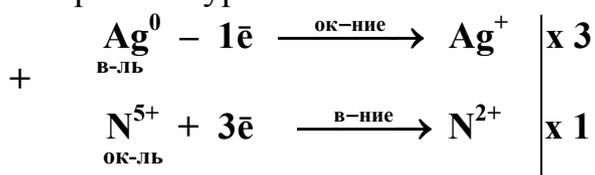
1. 22,4 л
2. 11,2 л
3. 7,4 л
4. 5,6 л
5. 3,8 л

Решение:

Серебро – малоактивный металл, реагирует с разбавленной азотной кислотой с образованием соли, воды и оксида азота NO. Запишем и уравняем методом электронного баланса соответствующую реакцию:



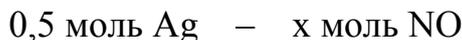
Запишем электронные уравнения:



По уравнению реакции:



по условию задачи:



$$x = \frac{0,5 \cdot 1}{3} = 0,17 \text{ моль.}$$

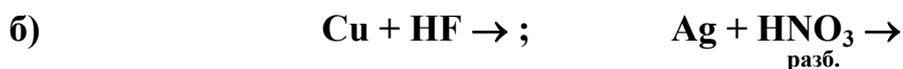
С учётом того, что 1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объём 22,4 литра, объём 0,17 молей газа NO будет составлять:

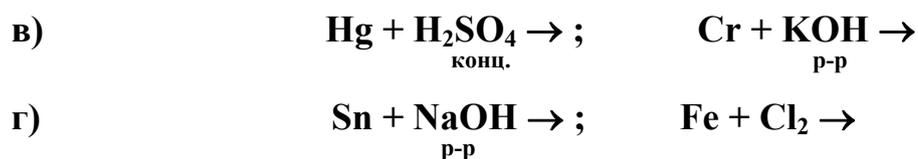
$$V_{\text{NO}} = 0,17 \cdot 22,4 = 3,8 \text{ л.}$$

Правильный ответ – пятый.

### Задачи для самостоятельного решения

1. Допишите уравнения, если реакция возможна, и расставьте коэффициенты:





2. Вычислите массу (кг) натрия, израсходованного в реакции  
 $\text{TiCl}_4 + 4\text{Na} \rightarrow \text{Ti} + 4\text{NaCl}$

для получения титана массой 480 г при условии, что выход реакции составляет 92% от теоретически возможного. Ответ: 1 кг

3. Сколько (мл) концентрированной азотной кислоты ( $\omega = 80\%$ ,  $\rho = 1,68$ ) потребуется для полного растворения полоски цинка массой 26 г?

Ответ: 75 мл

4. Образец смеси обрезков цинка и алюминия массой 35 г обработали раствором гидроксида калия до полного растворения металлов. Объем выделившегося газа составил 20,16 л (н.у.). Вычислите состав (%) смеси по результатам анализа. Ответ: Zn – 74,3%, Al – 25,7%

5. Горсть медных опилок общей массой 10 г погрузили в стаканчик с горячей концентрированной серной кислотой ( $V = 20$  мл,  $\omega = 90\%$ ,  $\rho = 1,8$ ). Вычислите объем (л) выделившегося при этом газа. Ответ: 3,5 л

6. Для определения состава смеси порошков цинка, серебра и алюминия образец разделили на две порции массой 20 г каждая, разместили их в двух реакторах и обработали взятыми в избытке: концентрированным раствором гидроксида калия первую порцию и концентрированной азотной кислотой – вторую. Дождались полного прекращения выделения пузырьков газа, количества которых составили 0,25 моля в первом и 0,30 моля – во втором реакторе. Вычислите состав (%) смеси по результатам анализа.

Ответ: Zn – 32,5%, Ag – 54,0%, Al – 13,5%

7. С чем не будет реагировать олово при 40<sup>0</sup>?

1. вода
2. концентрированная азотная кислота
3. водный раствор NaOH
4. водный раствор CuSO<sub>4</sub>
5. разбавленная серная кислота

8. Какие из металлов вытесняют магний из водного раствора его соли?

1. алюминий
2. цинк
3. калий
4. натрий
5. ни один из указанных

9. Какие из металлов реагируют с концентрированной азотной кислотой с выделением оксида азота (IV)?

1. хром
2. медь
3. никель
4. олово
5. ни один из указанных

10. Какие из металлов не реагируют с разбавленной азотной кислотой?

1. хром
2. платина
3. железо
4. олово
5. серебро

11. Какие продукты могут образовываться при взаимодействии олова с разбавленной серной кислотой?

1.  $\text{SO}_2$
2.  $\text{H}_2\text{S}$
3.  $\text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{H}_2$
5. S

12. При полном растворении 1 моль натрия в воде образуются:

1. 1 моль водорода
2. 2 моль водорода
3. 0,5 моль водорода
4. 1 моль гидроксида натрия
5. 2 моль гидроксида натрия