

**Х-Й КЛАСС**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ**

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| <b>1. Тест</b>                 | <b>20 баллов</b> |
| <b>2. Задача 1</b>             | <b>11 баллов</b> |
| <b>3. Задача 2</b>             | <b>13 баллов</b> |
| <b>4. Задача 3</b>             | <b>26 баллов</b> |
| <b>Общее количество баллов</b> | <b>70 баллов</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Тест (20 б)</b>   |            |
| <p><b>1.</b> Высший оксид элемента X имеет формулу <math>XO_3</math>. Атом этого элемента имеет следующую схему распределения электронов по энергетическим уровням:<br/>а) 2,8,2;                      б) 2,6;                      в) 2,8,6;                      д) 2,8,3.</p> <p><b>Решение:</b><br/>Распределение электронов, представленное в задании, соответствует атомам Mg(a), O(b), S(c) и Al(d). Только атом серы S с распределением электронов 2,8,6 (c) может иметь высший оксид типа <math>XO_3</math>.</p> <p><b>Ответ:</b> c) 2,8,6</p> <p><b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p>  | <b>1 б</b> |
| <p><b>2.</b> Массовая доля элемента кислорода в смеси CO и <math>SO_2</math> равна 51%. Объемная (<math>\varphi</math>, %) и массовая (<math>\omega</math>, %) доли <math>SO_2</math> в такой смеси равны, соответственно:</p> <p>а) 28,4 и 80,8;              б) 49,4 и 51,7;              в) 72,9 и 86,0;              д) 74,1 и 28,8.</p> <p><b>Решение:</b><br/><math>M(CO) = 28</math> г/моль, <math>M(SO_2) = 64</math> г/моль:<br/>Пусть химические количества CO и <math>SO_2</math> соответственно равны x и y. Тогда в составе оксида углерода(II) <math>\nu(O) = x</math>, а в составе оксида серы(IV) <math>\nu(O) = 2y</math>. Тогда</p> $\omega(O) = \frac{m(O)}{m(\text{смеси})} = \frac{m(O)}{m(CO) + m(SO_2)}$ $0,51 = \frac{16x + 16 \cdot 2y}{28x + 64y} \text{ откуда } y = 2,69x$ <p>Находим объемную долю <math>SO_2</math> в смеси:</p> $\varphi(SO_2) = \frac{V(SO_2)}{V(SO_2) + V(CO)} = \frac{\nu(SO_2)}{\nu(SO_2) + \nu(CO)} = \frac{2,69x}{2,69x + x} = 0,729 \text{ (или 72,9 \%)}$ <p>Массовая доля <math>SO_2</math> в смеси:</p> $\omega(SO_2) = \frac{m(SO_2)}{m(SO_2) + m(CO)} = \frac{2,69x \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль}}{2,69x \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} + x \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль}} = 0,860 \text{ (или 86,0 \%)}$ <p><b>Ответ:</b> c) 72,9 и 86,0 %</p> <p><b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p> | <b>1 б</b> |
| <p><b>3.</b> Укажите формулу оксида азота, который при 1 атм и <math>22^\circ C</math> имеет плотность 1,818 г/л.</p> <p><b>Решение:</b><br/>Воспользуемся уравнением Клапейрона-Менделеева.</p> $PV = \nu RT = \frac{m}{M} RT, \text{ но } \rho = \frac{m}{V}.$ <p>Следовательно, <math>M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1,818 \text{ г/л} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)} \cdot 295 \text{ K}}{101,325 \text{ кПа}} = 43,98 \text{ г/моль}.</math></p> <p>Это оксид азота(I) <math>N_2O</math>.</p>  | <b>1 б</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <p><b>Ответ:</b> N<sub>2</sub>O<br/> <b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p>   |            |
| <p><b>4.</b> Массовая доля металла в составе координационного соединения составляет 15,88%. Это:<br/> а) гидроксид диамминсеребра(I); б) трихлоротриамминкобальт; в) хлорид гексааквахрома(III); д) тетрагидроксодиакваалюминат(III) калия.<br/> <b>Решение:</b><br/> Комплексы имеют координационные формулы:<br/> а) [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH - гидроксид диамминсеребра(I);<br/> б) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub>] - трихлоротриамминкобальт;<br/> в) [Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> - хлорид гексааквахрома(III);<br/> д) K[Al(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub>] - тетрагидроксодиакваалюминат(III) калия.<br/> <b>Ответ:</b> д) K[Al(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(OH)<sub>4</sub>] ω(Al) = 15,88%.<br/> <b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p>   | <b>1 б</b> |
| <p><b>5.</b> При действии концентрированной серной кислоты на 34,8 г твердого фторида щелочного металла выделился газ, при пропускании которого через раствор Ca(OH)<sub>2</sub> образовалось 23,4 г осадка. Неизвестный щелочной металл это: а) Li; б) Na; в) K; д) Rb.<br/> <b>Решение:</b><br/> Последовательно протекают две реакции:<br/> XF<sub>(ТВ)</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4(конц)</sub> = HF↑ + XHSO<sub>4</sub><br/> 2HF + Ca(OH)<sub>2</sub> = CaF<sub>2</sub>↓ + 2H<sub>2</sub>O<br/> По условию задачи количество фторида кальция, образовавшегося по второй реакции, составляет: <math>\nu(\text{CaF}_2) = \frac{m(\text{CaF}_2)}{M(\text{CaF}_2)} = \frac{23,4\text{г}}{78\text{г/моль}} = 0,3\text{моль}</math><br/> Тогда количества HF и XF из уравнений реакций:<br/> <math>\nu(\text{HF}) = 2 \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль} = \nu(\text{XF})</math>;<br/> Молярная масса XF: <math>M(\text{XF}) = \frac{m(\text{XF})}{\nu(\text{XF})} = \frac{34,8\text{г}}{0,6\text{моль}} = 58 \text{ г/моль}</math>;<br/> Отсюда атомная масса X: A(X) = 58 г/моль – 19 г/моль = 39 г/моль.<br/> Следовательно, X – калий.<br/> <b>Ответ:</b> в) K<br/> <b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p>                               | <b>1 б</b> |
| <p><b>6.</b> В результате окислительно-восстановительной реакции образуются два иона X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub>, имеющие одинаковую электронную конфигурацию. Напишите уравнение реакции и приведите электронные конфигурации образовавшихся ионов X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> для следующих двух случаев: а) ионы X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> имеют разные знаки зарядов; б) ионы X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> имеют одинаковые знаки зарядов.<br/> <b>Решение:</b><br/> а) X<sub>1</sub> – K<sup>+</sup>, X<sub>2</sub> – Cl<sup>-</sup>;<br/> электронные конфигурации [Ne]3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>;<br/> уравнение реакции 2K + Cl<sub>2</sub> = 2KCl<br/> (Возможны и др. варианты, например: Ca+S, Na + F<sub>2</sub>, Al + N<sub>2</sub>, Mg + O<sub>2</sub> и т. д. с соответствующими электронными конфигурациями).<br/> б) X<sub>1</sub> – Mn<sup>2+</sup>, X<sub>2</sub> – Fe<sup>3+</sup>;<br/> электронные конфигурации [Ar]3d<sup>5</sup>;<br/> уравнение реакции<br/> 10FeSO<sub>4</sub> + 2KMnO<sub>4</sub> + 8H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 5Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2MnSO<sub>4</sub> + 8H<sub>2</sub>O<br/> <b>Примечание:</b> по 2 б. за каждую реакцию, соответствующую условию (1 б. – за схему реакции; 1 б. – за уравнивание).</p> | <b>4 б</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <p><b>7.</b> Допишите продукты в схеме реакции и расставьте в ней стехиометрические коэффициенты: <math>K_2CrO_4 + K_2S + H_2O \rightarrow \dots</math></p> <p><b>Решение:</b><br/> В левой части уравнения находится <math>K_2CrO_4</math>, который содержит атом хрома в максимально возможной степени окисления +6. Следовательно это вещество могло бы быть окислителем. Кроме того в левой части уравнения содержится <math>K_2S</math>, который содержит атом серы в минимально возможной степени окисления -2 и может быть только восстановителем. Между окислителем и восстановителем может пройти окислительно-восстановительная реакция в результате которой из <math>K_2CrO_4</math> может получиться ион <math>Cr^{3+}</math>, а анион <math>S^{2-}</math> окислится до элементарной серы. Образовавшийся <math>Cr^{3+}</math> и находящийся в растворе сульфид-ион в водном растворе подвергнутся полному гидролизу. Поэтому конечными продуктами этой окислительно-восстановительной реакции в водном растворе будут</p> $K_2CrO_4 + K_2S + H_2O \rightarrow Cr(OH)_3\downarrow + S + KOH$ <p>Но гидроксид хрома(III) <math>Cr(OH)_3</math> обладает амфотерными свойствами и растворится в избытке <math>KOH</math> с образованием гидрокси-комплекса хрома(III). Поэтому уравнение этой реакции с учетом всех возможных процессов будет иметь вид:</p> $K_2CrO_4 + K_2S + H_2O \rightarrow K_3[Cr(OH)_6] + S + KOH$ <p>Стехиометрические коэффициенты в этой реакции могут быть расставлены методом электронного баланса или методом полуреакций (ионно-электронным способом) и независимо от метода будут следующими:</p> $2K_2CrO_4 + 3K_2S + 8H_2O = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3S + 4KOH$ <p><b>Ответ:</b> <math>2K_2CrO_4 + 3K_2S + 8H_2O = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3S + 4KOH</math></p> <p><b>Примечание:</b> 1 б. – за схему реакции; 2 б. – за уравнивание</p> | <b>3 б</b> |
| <p><b>8.</b> Запишите полные уравнения реакций (указаны все продукты реакций без стехиометрических коэффициентов):</p> <p>a) <math>\dots \rightarrow KNO_3 + KNO_2 + H_2O</math>;      b) <math>\dots \rightarrow BaCl_2 + HCl</math>;<br/> c) <math>\dots \rightarrow S + FeSO_4 + H_2SO_4</math>;      d) <math>\dots \rightarrow H_3PO_4 + Br_2 + HCl</math></p> <p><b>Решение:</b><br/> a) <math>2NO_2 + 2KOH = KNO_3 + KNO_2 + H_2O</math>;<br/> b) <math>BaH_2 + 2Cl_2 = BaCl_2 + 2HCl</math>;<br/> c) <math>Fe_2(SO_4)_3 + H_2S = S + 2FeSO_4 + H_2SO_4</math>;<br/> d) <math>2PBr_3 + 5Cl_2 + 8H_2O = 2H_3PO_4 + 3Br_2 + 10HCl</math>.</p> <p><b>Примечание:</b> по 1 б. за каждую реакцию, соответствующую условию (0,5 б. – за схему реакции; 0,5 б. – за уравнивание).</p>   | <b>4 б</b> |
| <p><b>9.</b> Металл массой 2,0 г, проявляющий в своих соединениях степень окисления +2, прореагировал с избытком хлора. Полученная соль была растворена в воде и к раствору прибавлен избыток нитрата серебра(I). В результате выпал осадок массой 14,35 г. Назовите исходный металл.</p> <p><b>Решение:</b><br/> Записываем уравнения реакций и проводим расчеты.<br/> <math>Me + Cl_2 = MeCl_2</math> (1);<br/> <math>MeCl_2 + 2AgNO_3 = Me(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow</math> (2);<br/> <math>M(AgCl) = 143,5</math> г/моль;<br/> <math display="block">v(AgCl) = \frac{m(AgCl)}{M(AgCl)} = \frac{14,35 \text{ г}}{143,5 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль.}</math> Из уравнений 1 и 2 следует:<br/> <math display="block">v(MeCl_2) = \frac{1}{2} v(AgCl) = 0,05 \text{ моль.}</math> Следовательно, <math>v(Me) = v(MeCl_2) = 0,05</math> моль.</p>  | <b>2 б</b> |

|   |              |
|---|--------------|
| <p>Тогда <math>M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{\nu(\text{Me})} = \frac{2,0 \text{ г}}{0,05 \text{ моль}} = 40 \text{ г/моль}</math>.</p> <p>Металл – кальций Са.</p> <p><b>Ответ:</b> кальций Са.</p> <p><b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 1 б; за неправильный ответ – 0 б.</p>  |              |
| <p><b>10.</b> При растворении 2,69 г кристаллогидрата сульфата цинка в 49,60 мл воды получен раствор с массовой долей безводной соли равной 0,033. Определите формулу кристаллогидрата.</p> <p><b>Решение:</b></p> <p>Молярная масса кристаллогидрата сульфата цинка<br/> <math>M(\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = (161 + 18x) \text{ г/моль}</math></p> <p>Для расчета массы безводной соли в данной навеске кристаллогидрата составим пропорцию:</p> <p><math>(161 + 18x) \text{ г ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}</math> содержат 161 г <math>\text{ZnSO}_4</math><br/> 2,69 г <math>\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}</math> - у г <math>\text{ZnSO}_4</math></p> <p>откуда <math>y = \frac{2,69 \cdot 161}{161 + 18x} \text{ г}</math></p> <p>Масса раствора, полученного при растворении кристаллогидрата в воде, равна<br/> 2,69 г + 49,60 г = 52,29 г</p> <p>По условию задачи массовая доля безводной соли в растворе:</p> $\omega(\text{ZnSO}_4) = \frac{2,69 \text{ г} \cdot 161 \text{ г/моль}}{(161 + 18x) \text{ г} \cdot 52,29 \text{ г}} = 0,033$ <p>Отсюда <math>x = 5</math>. Следовательно, кристаллогидрат имеет формулу <math>\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Ответ:</b> <math>\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p><b>Примечание:</b> необходимо дать только ответ; за правильный ответ – 2 б; за неправильный ответ – 0 б.</p> | <b>2 б</b>   |
| <p><b>Задача 1. (11 б)</b> При обработке 0,84 г порошка сплава двух элементов избытком соляной кислоты выделилось 224 мл (н. у.) водорода и осталось 0,28 г нерастворившегося остатка. При действии на такое же количество исходного сплава избытка раствора щелочи выделилось 448 мл (н. у.) водорода и осталось 0,56 г нерастворимого остатка. Определите качественный и количественный (в %) состав сплава и напишите уравнения описанных реакций.</p>   |              |
| <p><b>Решение:</b> Поскольку суммарная масса нерастворимого остатка после двух реакций составляет <math>(0,28 \text{ г} + 0,56 \text{ г}) = 0,84 \text{ г}</math>, то можно предположить, что в первом случае растворяется один из компонентов сплава, а во втором случае – другой.</p>   |              |
| <p>Тогда масса вещества, растворившегося в <math>\text{HCl}</math> равна <math>(0,84 \text{ г} - 0,28 \text{ г}) = 0,56 \text{ г}</math>.</p>   | <b>0.5 б</b> |
| <p>Протекает реакция: <math>\text{A} + x\text{HCl} = \text{ACl}_x + \frac{x}{2} \text{H}_2 \uparrow</math>, где <math>x</math> – валентность элемента А.</p>  |              |
| <p>В результате растворения выделилось <math>\frac{0,224 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,01 \text{ моль}</math> водорода.</p>   | <b>0.5 б</b> |
| <p>Тогда молярная масса А равна <math>\frac{0,56 \cdot x}{2 \cdot 0,01 \text{ моль}} = 28 \cdot x \text{ г/моль}</math></p>   | <b>1 б</b>   |
| <p>При <math>x = 2</math> получаем молярную массу 56 г/моль, что соответствует железу Fe.</p>   | <b>1 б</b>   |
| <p>Масса вещества, растворившегося в щелочи, равна <math>(0,84 \text{ г} - 0,56 \text{ г}) = 0,28 \text{ г}</math>.</p>   | <b>0.5 б</b> |
| <p>Протекает реакция: <math>\text{B} + y\text{H}_2\text{O} + (z-y)\text{OH}^- = [\text{B}(\text{OH})_z]^{y-z} + \frac{y}{2} \text{H}_2 \uparrow</math>,</p> <p>В растворе элемент В присутствует в степени окисления +у (конкретная форма на данном этапе не важна).</p>  |              |

|  |                |
|--|----------------|
| Выделилось $\frac{0,448\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,02$ моль водорода.   | <b>0,5 б</b>   |
| Тогда молярная масса В равна $\frac{0,28 \cdot y}{2 \cdot 0,02\text{моль}} = 7 \cdot y$ г/моль   | <b>1 б</b>     |
| При $y = 4$ получаем молярную массу 28 г/моль, что соответствует кремнию Si.<br>Следовательно, второй компонент сплава – кремний.  | <b>1 б</b>     |
| Массовая доля железа в сплаве $\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{0,56\text{г}}{0,84\text{г}} = 0,667$ (или 66,7%), а массовая доля кремния в сплаве $\omega(\text{Si}) = (100\% - 66,7\%) = 33,3\%$ .  | <b>1 б</b>     |
| Уравнения протекающих реакций:<br>$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ ;<br>$\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\uparrow$  | <b>4 б</b>     |
| <b>Ответ:</b> $\omega(\text{Fe}) = 66,7\%$ ; $\omega(\text{Si}) = 33,3\%$  |                |
| <b>Задача 2. (13 б)</b> Смесь $\text{KNO}_3$ и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ массой 7,87 г прокалили при $400^\circ\text{C}$ . К полученному в результате прокаливания твердому остатку добавили воду. При этом получен бесцветный раствор А и черный остаток В. При взаимодействии раствора А с подкисленным серной кислотой раствором иодида калия выделилось 0,734 л ( $25^\circ\text{C}$ , 1 атм) бесцветного газа, быстро бурящего на воздухе. Определите массу остатка В, массовые доли компонентов (в %) в исходной смеси и запишите уравнения всех описанных реакций. |                |
| <b>Решение:</b> При прокаливании исходной смеси нитратов протекают реакции:  | <b>2 б</b>     |
| $2\text{KNO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$   |                |
| $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow$  | <b>2 б</b>     |
| Твердый остаток после прокаливания представляет собой смесь $\text{KNO}_2$ и $\text{CuO}$ . При добавлении к нему воды нитрит калия в ней растворяется. Таким образом, А – это раствор $\text{KNO}_2$ , а черный осадок В – $\text{CuO}$ .   |                |
| В реакции с иодидом калия образуется бесцветный газ $\text{NO}$ , бурящийся на воздухе:  | <b>2 б</b>     |
| $2\text{KNO}_2 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2\downarrow + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$   |                |
| Оксид азота $\text{NO}$ , быстро окисляется кислородом воздуха до бурого оксида азота(IV) $\text{NO}_2$ :  | <b>1 б</b>     |
| $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$   |                |
| $v(\text{NO}) = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101,3\text{кПа} \cdot 0,734\text{л}}{8,314\text{Дж/(моль} \cdot \text{К)}} = 0,03$ моль;   | <b>1 б</b>     |
| По уравнениям реакций $v(\text{NO}) = v(\text{KNO}_2) = v(\text{KNO}_3) = 0,03$ моль;  | <b>0,5 б</b>   |
| Следовательно, $m(\text{KNO}_3) = v(\text{KNO}_3) \cdot M(\text{KNO}_3) = 0,03 \text{ моль} \cdot 101 \text{ г/моль} = 3,03 \text{ г}$   | <b>1 б</b>     |
| $\omega(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{смеси})} = \frac{3,03\text{г}}{7,87\text{г}} = 0,3850$ (или 38,50%);  | <b>2×0,5 б</b> |
| $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega(\text{KNO}_3) = 100\% - 38,50 = 61,50 \%$ ;   |                |
| $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = m(\text{смеси}) - m(\text{KNO}_3) = 7,87 \text{ г} - 3,03 \text{ г} = 4,84 \text{ г}$ ;   | <b>0,5 б</b>   |
| $v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})} = \frac{4,84\text{г}}{242\text{г/моль}} = 0,02$ моль = $v(\text{CuO})$ ;  | <b>1 б</b>     |
| Следовательно, масса вещества В или $\text{CuO}$ равна:  | <b>1 б</b>     |
| $m(\text{CuO}) = v(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ г}$  |                |
| <b>Ответ:</b> $\omega(\text{KNO}_3) = 38,50\%$ , $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 61,50 \%$ ; $m(\text{В или CuO}) = 1,6 \text{ г}$   |                |
| <b>Задача 3. (26 б.)</b> В левом четырехугольнике (реакции 1-8) представленной ниже схемы все реакции протекают без изменения степени окисления элементов, а в правом четырехугольнике (реакции 11-17) и переходах 9 и 10 – все реакции окислительно-восстановительные. Определите неизвестные вещества $\text{X}^{1-7}$ и напишите уравнения  |                |

|  |  |
|--|--|
| соответствующих химических реакций (реакции 1-17). |  |
|  |  |

**Решение:**

Один из возможных ответов:  $X^1 - Fe_2(SO_4)_3$ ,  $X^2 - Fe(OH)_3$ ,  $X^3 - Fe_2O_3$ ,  $X^4 - FeS$ ,  $X^5 - S$ ,  $X^6 - H_2SO_4$ ,  $X^7 - FeSO_4$ . Следовательно, схема может иметь вид:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

Уравнения реакций:

|  |            |
|--|------------|
| 1) $Fe_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$  | <b>1 6</b> |
| 2) $2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$   | <b>1 6</b> |
| 3) $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$   | <b>1 6</b> |
| 4) $2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t} Fe_2O_3 + 3H_2O$   | <b>1 6</b> |
| 5) $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$   | <b>1 6</b> |
| 6) $Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$  | <b>1 6</b> |
| 7) $Fe_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2FeCl_3$  | <b>1 6</b> |
| 8) $Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$  | <b>1 6</b> |
| 9) $2FeCl_3 + 3Na_2S = 2FeS\downarrow + S + 6NaCl$   | <b>2 6</b> |
| 10) $4FeS + 7O_2 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2\uparrow$ или<br>$3FeS + 16HNO_3(разб) = 3Fe(NO_3)_3 + 3SO_2\uparrow + 7NO\uparrow + 8H_2O$<br>$2FeS + 10H_2SO_4(конц) = Fe_2(SO_4)_3 + 9SO_2\uparrow + 10H_2O$ | <b>2 6</b> |
| 11) $SO_2 + 2H_2S = 3S + 2H_2O$  | <b>2 6</b> |
| 12) $S + O_2 = SO_2$ или<br>$S + 2H_2SO_4(конц) = 3SO_2\uparrow + 2H_2O$   | <b>2 6</b> |
| 13) $S + 6HNO_3(конц) \xrightarrow{t} H_2SO_4 + 6NO_2\uparrow + 2H_2O$   | <b>2 6</b> |
| 14) $SO_2 + H_2O_2 = H_2SO_4$ или<br>$SO_2 + Cl_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$  | <b>2 6</b> |
| 15) $Cu + 2H_2SO_4(конц) \xrightarrow{t} CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$  | <b>2 6</b> |
| 16) $Fe + H_2SO_4(разб) = FeSO_4 + H_2\uparrow$  | <b>2 6</b> |
| 17) $4FeSO_4 \xrightarrow{t} 2Fe_2O_3 + 4SO_2\uparrow + O_2\uparrow$   | <b>2 6</b> |