



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

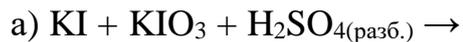
Химия 9 класс

Вариант 1

Задание 1.

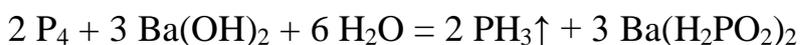
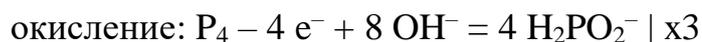
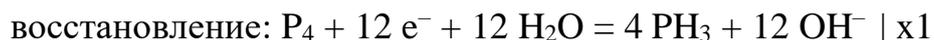
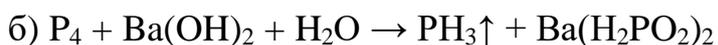
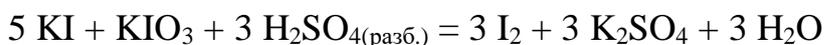
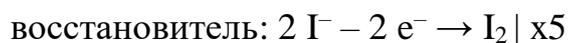
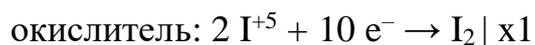
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

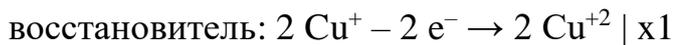
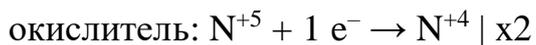
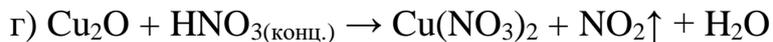
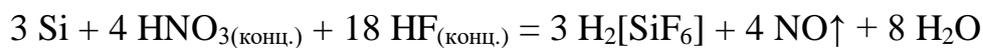
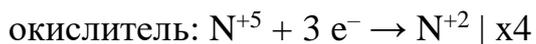
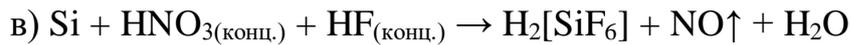
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 1



Задание 2.

При растворении в воде 1 моль сульфата натрия выделяется 2,9 кДж теплоты, а при растворении 1 моль декагидрата сульфата натрия поглощается 78,7 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования кристаллогидрата декагидрата сульфата натрия из безводной соли.

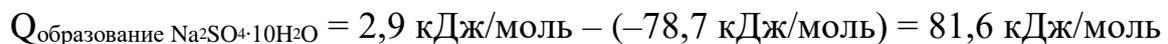
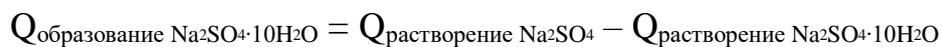
(15 баллов)

Решение:

Согласно закону Гесса:



Следовательно:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 1

Задание 3.

Хлорид бария массой 41,6 г растворили в воде. В полученном растворе содержится 0,35 моль хлорид-ионов. Вычислите количество ионов бария (в молях), а также степень диссоциации (в %) хлорида бария в растворе.

(16 баллов)

Решение:

Уравнение диссоциации: $\text{BaCl}_2 = \text{Ba}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$

$$n_{\text{дисс.}}(\text{Ba}^{2+}) = n_{\text{дисс.}}(\text{Cl}^-) \div 2 = 0,35 \text{ моль} \div 2 = 0,175 \text{ моль}$$

$$n_{\text{дисс.}}(\text{BaCl}_2) = n_{\text{дисс.}}(\text{Ba}^{2+}) = 0,175 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2) \div M(\text{BaCl}_2) = 41,6 \text{ г} \div 208 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\alpha = n_{\text{дисс.}}(\text{BaCl}_2) \div n(\text{BaCl}_2) = 0,175 \text{ моль} \div 0,2 \text{ моль} = 0,875 = 87,5\%$$

Задание 4

Коэффициент растворимости нитрата серебра(I) равен 228 г (на 100 г воды) при 20°C и 635 г (на 100 г воды) при 80°C. Рассчитайте массу осадка, выпавшего при охлаждении 800 г горячего насыщенного раствора.

(16 баллов)

Решение:

При 80°C насыщенный раствор нитрата серебра состоит из 800 г воды и, соответственно, $635 \text{ г} \cdot \frac{800 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 5080 \text{ г}$ соли.

При 20°C насыщенный раствор нитрата серебра состоит из 500 г воды и, соответственно, $228 \text{ г} \cdot \frac{800 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 1824 \text{ г}$ соли.



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 9 класс
Вариант 1

Таким образом, при охлаждении насыщенного раствора нитрата серебра с 80°C до 20°C выпадет в осадок $5080 \text{ г} - 1824 \text{ г} = 3256 \text{ г}$ соли.

Задание 5.

При взаимодействии $12,8 \text{ г}$ металла с избытком 60%-ной азотной кислоты выделяется $8,96 \text{ л}$ (н.у.) бурого газа и образуется соль, в которой степень окисления металла равна +II. Установите, какой металл был взят для проведения реакции.

(20 баллов)

Решение:



$$n(\text{NO}_2) = V(\text{NO}_2) \div V_m = 8,96 \text{ л} \div 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{X}) = n(\text{NO}_2) \div 2 = 0,4 \text{ моль} \div 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = m(\text{X}) \div n(\text{X}) = 12,8 \text{ г} \div 0,2 \text{ моль} = 64 \text{ г/моль}$$

Таким образом, X – Cu.

Задание 6.

Сульфид меди(II) обработали концентрированной азотной кислотой и получили $358,4 \text{ мл}$ (н.у.) газа. Затем к полученному раствору добавили избыток гидроксида натрия, осадок отделили и прокалили. Вычислите массу (мг) твердого остатка.

(25 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

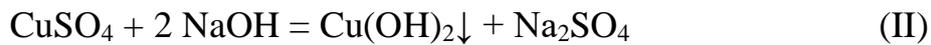
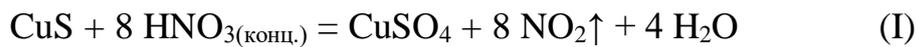
2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 1

Решение:



$$n(\text{NO}_2) = V(\text{NO}_2) \div V_m = 0,3584 \text{ л} \div 22,4 \text{ л/моль} = 0,016 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{NO}_2) \div 8 = 0,016 \text{ моль} \div 8 = 0,002 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{CuSO}_4) = 0,002 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,002 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuO}) = n(\text{CuO}) \cdot M(\text{CuO}) = 0,002 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 0,16 \text{ г.}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2

Задание 1.

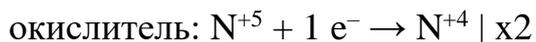
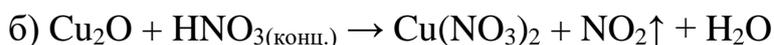
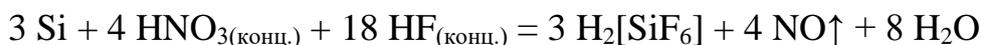
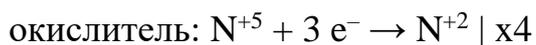
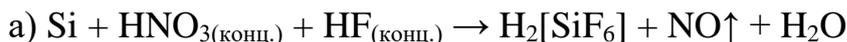
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

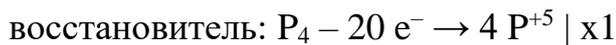
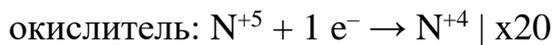
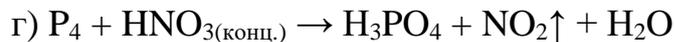
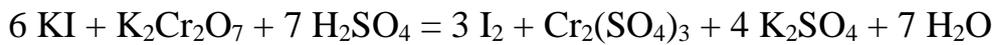
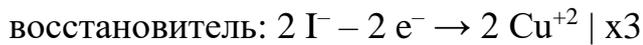
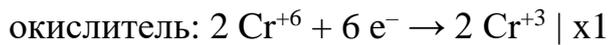
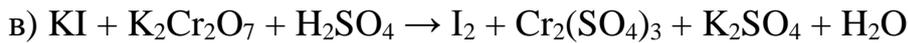
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2



Задание 2.

При растворении в воде 1 моль сульфата меди(II) выделяется 66,5 кДж теплоты, а при растворении 1 моль пентагидрата сульфата меди(II) поглощается 11,93 кДж теплоты. Рассчитайте теплоту образования кристаллогидрата – пентагидрата сульфата меди(II) из безводной соли.

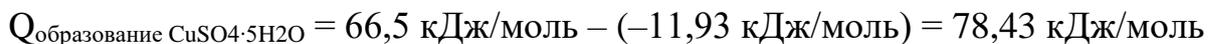
(15 баллов)

Решение:

Согласно закону Гесса:



Следовательно:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2

Задание 3.

Масса катионов водорода в 0,5 л 0,1М сероводородной кислоты равна 0,002 г. Рассчитайте степень диссоциации (в %) сероводородной кислоты в этом растворе.

(16 баллов)

Решение:

Уравнение диссоциации: $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2 \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{H}_2\text{S}) \cdot V(\text{H}_2\text{S}) = 0,1 \text{ моль/л} \cdot 0,5 \text{ л} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n_{\text{дисс.}}(\text{H}_2\text{S}) = n_{\text{дисс.}}(\text{H}^+) \cdot \frac{1}{2} = \frac{m_{\text{дисс.}}(\text{H}^+)}{M(\text{H})} \cdot \frac{1}{2} = \frac{0,002 \text{ г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \cdot \frac{1}{2} = 0,001 \text{ моль}$$

$$\alpha = \frac{n_{\text{дисс.}}(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2\text{S})} = \frac{0,001 \text{ моль}}{0,05 \text{ моль}} = 0,02 = 2\%$$

Задание 4. Технологическая очистка перманганата калия проводится методом перекристаллизации из горячего насыщенного раствора: коэффициенты растворимости 6,36 г/100 г воды (при 20°C) 25 г/100 г воды (при 65°C). Вычислите, какую массу очищенного вещества можно получить, используя 500 мл воды?

(16 баллов)

Решение:

При 65°C насыщенный раствор перманганата калия состоит из 500 г воды и, соответственно, $25 \text{ г} \cdot \frac{500 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 125 \text{ г}$ соли.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2

При 20°C насыщенный раствор перманганата калия состоит из 500 г воды и, соответственно, $6,36 \text{ г} \cdot \frac{500 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 31,8 \text{ г}$ соли.

Таким образом, при охлаждении насыщенного раствора перманганата калия с 65°C до 20°C выпадет в осадок $125 \text{ г} - 31,8 \text{ г} = 93,2 \text{ г}$ соли.

Задание 5.

Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если известно, что при прокаливании 36,6 г соли потеря в массе составляет 5,4 г.

(20 баллов)

Решение:

При прокаливании из кристаллогидрата улетучивается вода, следовательно, $m(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 \text{ г}$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) \div M(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 \text{ г} \div 18 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2\text{O}) = 36,6 \text{ г} - 5,4 \text{ г} = 31,2 \text{ г}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = m(\text{BaCl}_2) \div M(\text{BaCl}_2) = 31,2 \text{ г} \div 208 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2) \div n(\text{H}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль} \div 0,3 \text{ моль} = 1 \div 2$$

Следовательно, формула кристаллогидрата – $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Задание 6.

При обработке 34,7 г смеси меди, железа и алюминия концентрированной азотной кислотой выделилось 8,96 л (н.у.) газа, а при действии соляной кислоты на ту же смесь – 17,92 л (н.у.) газа. Вычислите массовые доли (в %) металлов в смеси.

(25 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

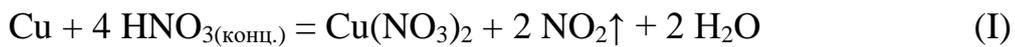
2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2

Решение:



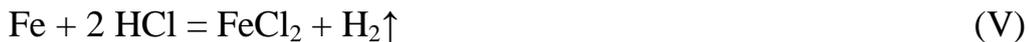
Так как с азотной кислотой с выделением газа реагирует только медь, то

$$n(\text{Cu}) = n(\text{NO}_2) \cdot \frac{1}{2} = \frac{V(\text{NO}_2)}{V_m} \cdot \frac{1}{2} = \frac{8,96 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г}$$

Следовательно:

$$\omega(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) \div m(\text{смесь}) = 12,8 \text{ г} \div 34,7 \text{ г} = 0,369 = 36,9\%$$



С соляной кислотой с выделением газа реагируют железо и алюминий.

Пусть $n(\text{Fe}) = x$ моль, а $n(\text{Al}) = y$ моль, тогда

$$17,92 \text{ л} = x \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} + \frac{3}{2}y \cdot 22,4 \text{ л/моль}.$$

$$\text{А также } 34,7 \text{ г} - 12,8 \text{ г} = x \cdot 56 \text{ г/моль} + y \cdot 27 \text{ г/моль}$$

Решение данной системы уравнений: $x = 0,197$ моль, $y = 0,402$ моль

Таким образом,

$$\begin{aligned} \omega(\text{Fe}) &= \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смесь})} = \frac{n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe})}{m(\text{смесь})} = \frac{0,197 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль}}{34,7 \text{ г}} = 0,318 \\ &= 31,8\% \end{aligned}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 2

$$\begin{aligned}\omega(Al) &= \frac{m(Al)}{m(\text{смесь})} = \frac{n(Al) \cdot M(Al)}{m(\text{смесь})} = \frac{0,402 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль}}{34,7 \text{ г}} = 0,313 \\ &= 31,3\%\end{aligned}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

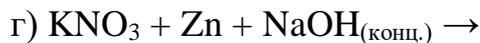
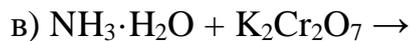
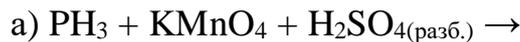
Химия 9 класс

Вариант 3

Задание 1.

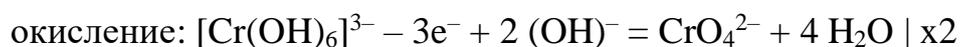
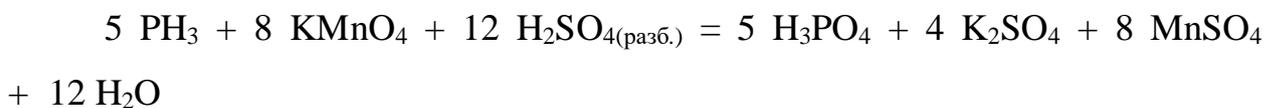
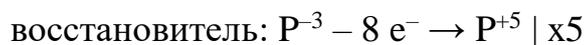
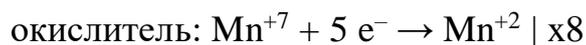
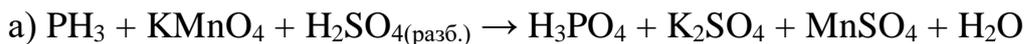
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

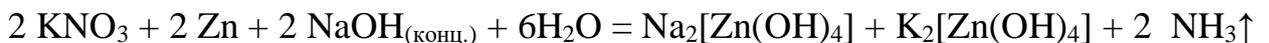
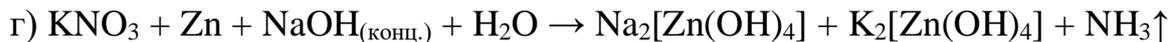
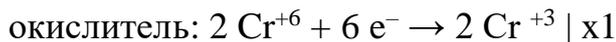
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 3



Задание 2.

Рассчитайте теплоту гидратации карбоната натрия (процесс его перехода в кристаллогидрат – декагидрат карбоната натрия), если теплоты растворения карбоната натрия и декагидрата карбоната натрия равны соответственно 37,0 и –66,6 кДж/моль.

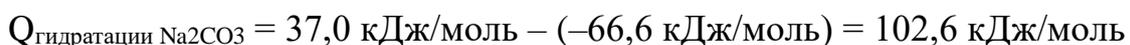
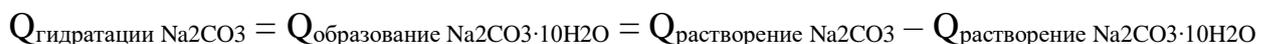
(15 баллов)

Решение:

Согласно закону Гесса:



Следовательно:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 3

Задание 3

В растворе хлорида бария объемом 0,5 л содержится 1,32 моль ионов. Вычислите молярную концентрацию (моль/л) хлорида бария в таком растворе, если степень диссоциации соли равна 88%.

(16 баллов)

Решение:

Уравнение диссоциации: $\text{BaCl}_2 = \text{Ba}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$

Из суммарного числа ионов треть приходится на Ba^{2+} , две трети – Cl^-

$$n_{\text{дисс.}}(\text{Ba}^{2+}) = 1,32 \text{ моль} \cdot \frac{1}{3} = 0,44 \text{ моль}$$

$$n_{\text{дисс.}}(\text{Cl}^-) = 1,32 \text{ моль} \cdot \frac{2}{3} = 0,88 \text{ моль}$$

$$n_{\text{дисс.}}(\text{BaCl}_2) = n_{\text{дисс.}}(\text{Ba}^{2+}) = 0,44 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = n_{\text{дисс.}}(\text{BaCl}_2) \div \alpha = 0,44 \text{ моль} \div 0,88 = 0,5 \text{ моль}$$

$$C_{\text{M}}(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2) \div V_{\text{раствор}} = 0,5 \text{ моль} \div 0,5 \text{ л} = 1 \text{ моль/л}$$

Задание 4

Массовая доля насыщенного раствора хромата аммония при 70°C равна 40,3%, а при 20°C - 24,8%. Вычислите массу соли, которая кристаллизуется из 500 г насыщенного при 70°C раствора при его охлаждении до 20°C.

(16 баллов)

Решение:

При 70°C насыщенный раствор хромата аммония состоит из 500 г воды и, соответственно, $500 \text{ г} \cdot 0,403 = 201,5 \text{ г}$ соли.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 3

При 20°C насыщенный раствор хромата аммония состоит из 500 г воды и, соответственно, $500 \text{ г} \cdot 0,248 = 124 \text{ г}$ соли.

Таким образом, при охлаждении насыщенного раствора хромата аммония с 70°C до 20°C выпадет в осадок $201,5 \text{ г} - 124 \text{ г} = 77,5 \text{ г}$ соли.

Задание 5

При разложении 0,197 г иодида металла до чистого металла и иода на нагретой до 1200°C вольфрамовой проволоке масса последней увеличилась на 0,030 г. Установите, иодид какого металла был взят для проведения данного процесса?

(20 баллов)

Решение:

Вольфрамовая проволока увеличивается в массе из-за осаждения на неё металла.

Следовательно, $m(\text{I}_2) = m(\text{Me}_x\text{I}_y) - m(\text{Me}) = 0,197 \text{ г} - 0,030 \text{ г} = 0,167 \text{ г}$

$n(\text{I}_2) = m(\text{I}_2) \div M(\text{I}_2) = 0,167 \text{ г} \div 126,9 \text{ г/моль} = 0,001316 \text{ моль}$.

Предположим, что у металла степень окисления +1, тогда его молекулярная масса: $M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{I}_2)} = \frac{0,030 \text{ г}}{0,001316 \text{ моль}} = 22,8 \text{ г/моль}$.

Ни один металл не подходит.

Предположим, что у металла степень окисления +2, тогда его молекулярная масса: $M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{I}_2) \div 2} = \frac{0,030 \text{ г}}{0,001316 \text{ моль} \div 2} = 45,6 \text{ г/моль}$.

Ни один металл не подходит.



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 9 класс
Вариант 3

Предположим, что у металла степень окисления +3, тогда его молекулярная масса: $M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{I}_2) \div 3} = \frac{0,030 \text{ г}}{0,001316 \text{ моль} \div 3} = 68,4 \text{ г/моль}$.

Ни один металл не подходит.

Предположим, что у металла степень окисления +4, тогда его молекулярная масса: $M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{n(\text{I}_2) \div 4} = \frac{0,030 \text{ г}}{0,001316 \text{ моль} \div 4} = 91,2 \text{ г/моль}$.

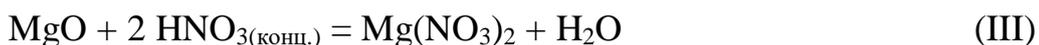
Подходит цирконий. Таким образом, Me_xI_y – это ZrI_4 .

Задание 6.

Смесь серебра, алюминия и оксида магния массой 50 г обработана концентрированной азотной кислотой, выделилось 4,48 л (н.у.) газа. При взаимодействии той же смеси с горячим концентрированным раствором гидроксида натрия собрано 6,72 л (н.у.) газа. Вычислите массовые доли (в %) веществ в смеси.

(25 баллов)

Решение:



Так как с азотной кислотой с выделением газа реагирует только серебро,
то

$$n(\text{Ag}) = n(\text{NO}_2) = \frac{V(\text{NO}_2)}{V_m} = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 108 \text{ г/моль} = 21,6 \text{ г}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

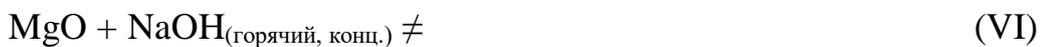
2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 3

Следовательно, $\omega(\text{Ag}) = m(\text{Ag}) \div m(\text{смесь}) = 21,6 \text{ г} \div 50 \text{ г} = 0,432 = 43,2\%$



Так как со щелочью с выделением газа реагирует только алюминий, то

$$n(\text{Al}) = n(\text{H}_2) \cdot \frac{2}{3} = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} \cdot \frac{2}{3} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} \cdot \frac{2}{3} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 5,4 \text{ г}$$

Следовательно, $\omega(\text{Al}) = m(\text{Al}) \div m(\text{смесь}) = 5,4 \text{ г} \div 50 \text{ г} = 0,108 = 10,8\%$

Таким образом, $m(\text{MgO}) = m(\text{смесь}) - m(\text{Ag}) - m(\text{Al}) = 50 \text{ г} - 21,6 \text{ г} - 5,4 \text{ г} = 28 \text{ г}$

Следовательно, $\omega(\text{MgO}) = m(\text{MgO}) \div m(\text{смесь}) = 28 \text{ г} \div 50 \text{ г} = 0,56 = 56\%$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

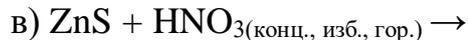
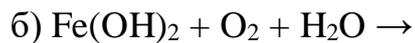
Химия 9 класс

Вариант 4

Задание 1.

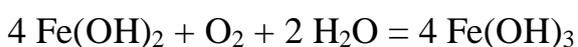
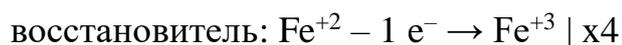
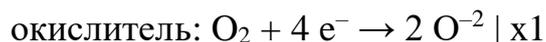
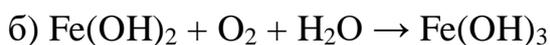
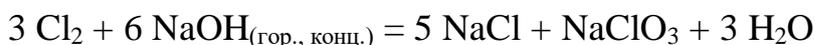
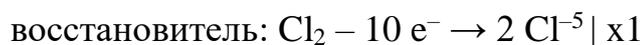
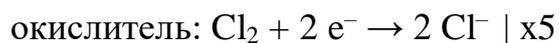
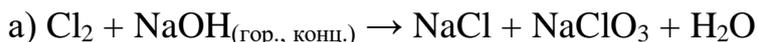
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

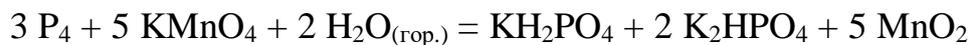
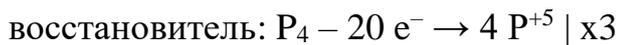
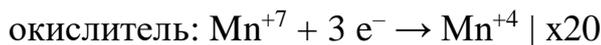
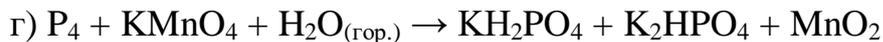
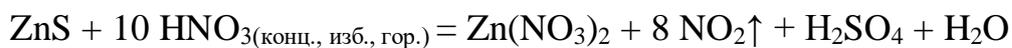
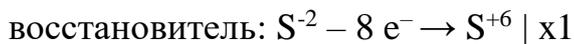
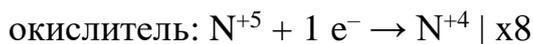
РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 4



Задание 2.

Рассчитайте теплоту гидратации сульфата меди(II) (процесс его перехода в кристаллогидрат – пентагидрат сульфата меди(II)), если теплоты растворения сульфата меди(II) и пентагидрата сульфата меди(II) равны соответственно 67,5 и –11,7 кДж/моль.

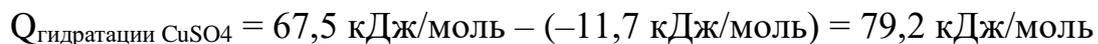
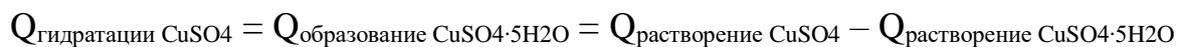
(15 баллов)

Решение:

Согласно закону Гесса:



Следовательно:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 4

Задание 3.

В 1 л растворе содержится 6 моль слабой кислоты НА. Вычислите количество катионов водорода (моль), присутствующих в таком растворе, если степень диссоциации кислоты равна 1,5%.

(16 баллов)

Решение:

Уравнение диссоциации: $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

$$n_{\text{дисс.}}(H^+) = n(HA) \cdot \alpha = 6 \text{ моль} \cdot 0,015 = 0,09 \text{ моль}$$

Задание 4.

Коэффициент растворимости дихромата калия равен 12,5 г (на 100 г воды) при 20°C и 73 г на 100 г воды при 80°C. В 150 г воды приготовили насыщенный раствор соли при 80°C, затем его охладили до 20°C. Вычислите массу выпавшего осадка соли.

(16 баллов)

Решение:

При 80°C насыщенный раствор дихромата калия состоит из 150г воды и, соответственно, $73 \text{ г} \cdot \frac{150 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 109,5 \text{ г}$ соли.

При 20°C насыщенный раствор дихромата калия состоит из 150г воды и, соответственно, $12,5 \text{ г} \cdot \frac{150 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 18,75 \text{ г}$ соли.

Таким образом, при охлаждении насыщенного раствора дихромата калия с 80°C до 20°C выпадет в осадок $109,5 \text{ г} - 18,75 \text{ г} = 90,75 \text{ г}$ соли.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 4

Задание 5.

Выведите формулу кристаллогидрата ортофосфата цинка, если известно, что массовая доля соли в нем равна 84,2%.

(20 баллов)

Решение:

Пусть масса кристаллогидрата соли 100 г, тогда масса ортофосфата цинка 84,2 г, а воды – 15,8 г.

$$n(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) = m(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) \div M(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) = 84,2 \text{ г} \div 385 \text{ г/моль} = 0,22 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) \div M(\text{H}_2\text{O}) = 15,8 \text{ г} \div 18 \text{ г/моль} = 0,88 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) \div n(\text{H}_2\text{O}) = 0,22 \text{ моль} \div 0,88 \text{ моль} = 1 \div 4$$

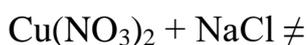
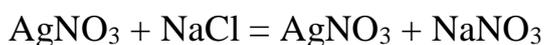
Следовательно, формула кристаллогидрата – $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Задание 6.

Сплав меди и серебра массой 5 г внесли в разбавленную азотную кислоту. При добавлении к полученному раствору избытка раствора хлорида натрия выпал осадок массой 3,5875 г. Вычислите массовую долю (в %) меди в сплаве.

(25 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 9 класс

Вариант 4

C NaCl будет реагировать с образованием осадка AgNO_3 , а CuNO_3 не будет. Будем считать, что обе реакции (растворение в кислоте и взаимодействие с хлоридом натрия) прошли полностью.

Таким образом, масса серебра в осадке и в сплаве, соответственно, равна

$$\begin{aligned} m(\text{Ag}) &= n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} \cdot M(\text{Ag}) = \frac{3,5875 \text{ г}}{143,5 \text{ г/моль}} \cdot 108 \text{ г/моль} \\ &= 2,7 \text{ г} \end{aligned}$$

Следовательно, масса меди в сплаве:

$$m(\text{Cu}) = m(\text{сплав}) - m(\text{Ag}) = 5 \text{ г} - 2,7 \text{ г} = 2,3 \text{ г}$$

Массовая доля меди в сплаве:

$$\omega(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) \div m(\text{сплав}) = 2,3 \text{ г} \div 5 \text{ г} = 0,46 = 46\%$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1

Задание 1.

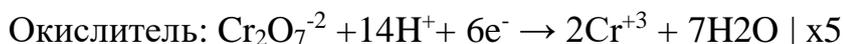
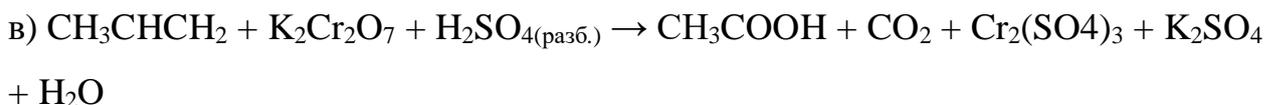
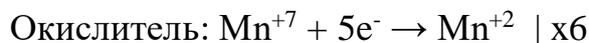
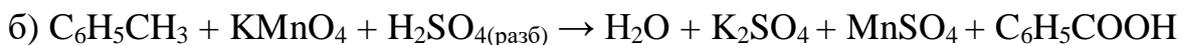
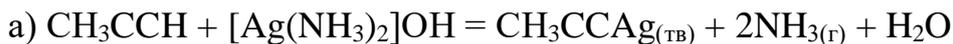
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

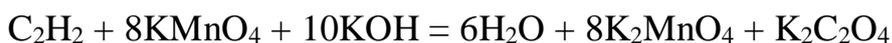
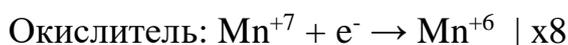
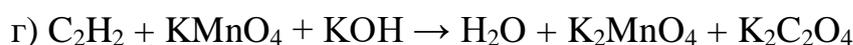
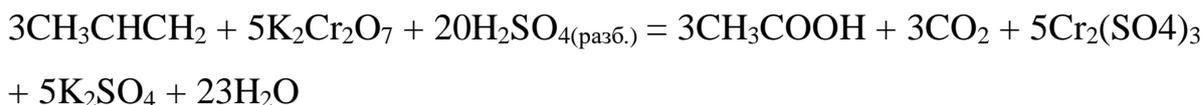
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1



Задание 2.

Белое кристаллическое вещество **A** получают путем взаимодействия галогена с избытком дымящей азотной кислоты. Исходный галоген может быть получен путем взаимодействия диоксида марганца с галогенидом калия, содержащий 76,45% (по массе) галогена (**подтвердите расчетом**) в присутствии концентрированной серной кислоты. Полученное вещество **A** разделили на две части. Первую порцию вещества **A** подвергли взаимодействию с избытком раствором иодида калия в присутствии разбавленной серной кислоты. В результате протекания реакции образовалась соль **B**, окрашивающая раствор в темно-коричневый цвет и содержащая 90,69% иода (по массе; **подтвердите расчетом**). Известно, что соль **B** может реагировать с раствором тиосульфата натрия, а также с диоксидом серы. Вторую порцию вещества **A** растворили в избытке концентрированной соляной кислоты при нагревании, а затем раствор охладили. При охлаждении полученного раствора удалось выделить кристаллы дигидрата вещества **C**



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

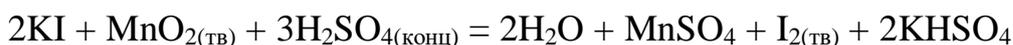
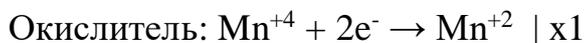
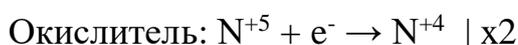
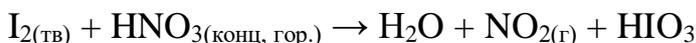
Вариант 1

ярко-желтого цвета. Известно, что в соединении С атомы хлора являются лигандами.

Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

(15 баллов)

Решение:



$$\omega_{I_2} = \frac{M_{I_2}}{M_{KI}} * 100\% = \frac{126.91}{126.91 + 39.09} * 100\% = 76,45\%$$

Исходный галоген - I_2

Вещество А - HIO_3



Многопрофильная олимпиада

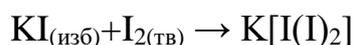
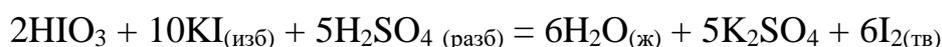
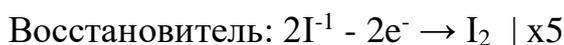
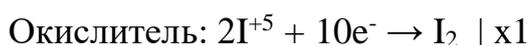
РТУ МИРЭА

2024/2025

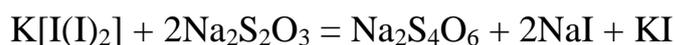
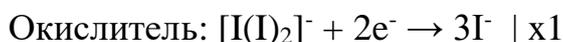
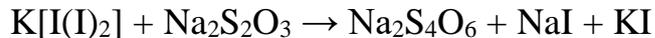
Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1



$$\omega_{\text{I}} = \frac{M_{[\text{I}(\text{I})_2]}}{M_{\text{K}[\text{I}(\text{I})_2]}} * 100\% = \frac{126.91 * 3}{126.91 * 3 + 39.09} * 100\% = 90,69\%$$



Вещество В - $\text{K}[\text{I}(\text{I})_2]$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1

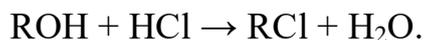
Задание 3.

Соединение неизвестного строения медленно реагирует с металлическим натрием, не окисляется раствором дихромата калия, с концентрированной соляной кислотой реагирует быстро с образованием алкилхлорида, содержащего 33,3% хлора по массе. Определите строение этого соединения.

(16 баллов)

Решение:

Характер реакций с Na, с $K_2Cr_2O_7$ и с HCl свидетельствует о том, что неизвестное вещество — третичный спирт, при реакции с HCl образуется третичный алкилхлорид:



Один моль RCl содержит один моль Cl массой 35,5 г, что составляет 33,3% от общей массы, следовательно, молярная масса алкилхлорида равна: $M(RCl) = 35,5/0,333 = 106,5$ г/моль, а молярная масса углеводородного радикала равна: $M(R) = 106,5 - 35,5 = 71$ г/моль. Единственный радикал с такой молярной массой — C_5H_{11} .

Один атом углерода из пяти соединен с гидроксильной группой, а четыре атома входят в состав трех радикалов. Разбить четыре атома углерода на три радикала можно единственным способом: два радикала CH_3 и один радикал C_2H_5 . Неизвестное вещество — 2-метил-2-бутанол.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1

Задание 4.

Технологическая очистка перманганата калия проводится методом перекристаллизации из горячего насыщенного раствора: коэффициенты растворимости 6,36 г/100 г воды (при 20°C) 25 г/100 г воды (при 65°C). Вычислите, какую массу очищенного вещества можно получить, используя 500 мл воды?

(16 баллов)

Решение:

В 500 мл H_2O при нагревании до 65°C растворится 125 г KMnO_4 , при охлаждении до 20°C в 500 мл H_2O растворено будет 31,8 г KMnO_4 , следовательно, получить можно $125 - 31,8 = 93,2$ г KMnO_4 .

Задание 5.

При разложении 0,197 г иодида металла до чистого металла и иода на нагретой до 1200°C вольфрамовой проволоке масса последней увеличилась на 0,030 г. Установите, иодид какого металла был взят для проведения данного процесса?

(20 баллов)

Решение:

Формула искомого иодида MeI_x .

Масса вольфрамовой проволоки увеличилась за счёт металла, иод в данных условиях будет находиться в виде газа. Отсюда масса иода равна $m(\text{MeI}_x) - m(\text{Me}) = 0,197 \text{ г} - 0,03 \text{ г} = 0,167 \text{ г}$.

Молярная масса иода в соли будет равна $127x$ г/моль.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1

$$n_{I_x} = \frac{m_{I_x}}{M_{I_x}} = \frac{0,167}{127x} = 0,00131x \text{ моль}$$

Определяем молярную массу иодида:

$$M_{MeI_x} = \frac{m_{MeI_x}}{n_{I_x}} = \frac{0,197}{0,00131x} = 150x \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Теперь подставляем значения. Так, если $x = 1$, то $M(\text{MeI}_x) = 150 \text{ г/моль}$, а $M(\text{Me}) = 150 - 127 = 23 \text{ г/моль}$ — это натрий (соль NaI). Другие значения $x = 2; 3; 4$ не имеют физического смысла, значит, неизвестный иодид — NaI.

Задание 6.

Смесь 2,4-диметилфенола и 3,5-диметилфенола общей массой 7,32 г обработали избытком бромной воды. Масса выпавшего осадка оказалась равной 15,22 г. Вычислите молярное соотношение изомеров в исходной смеси.

(25 баллов)

Решение:

Молярная масса 2,4-диметилфенола и 3,5-диметилфенола (1):

$$M_1 = 122 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Молярная масса 2,4,6-трибром-3,5-диметилфенола (2):

$$M_2 = 362 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Молярная масса 6-бром-3,5-диметилфенола (3):

$$M_3 = 202 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 1

Поскольку молярная масса обоих изомеров равна, то общее количество моль в исходной смеси: $n = \frac{m_{\text{смеси}}}{M_1} = \frac{7,32}{122} = 0,06$ моль.

Пусть количество вещества 2,4,6-трибром-3,5-диметилфенола равно x ($n_2 = x$), тогда количество вещества 6-бром-2,4-диметилфенола равно y ($n_1 = y$). Масса вещества равна: $m = n * M$, тогда масса 2,4,6-трибром-3,5-диметилфенола равна $m_2 = x * M$, а масса 6-бром-3,5-диметилфенола равна $m_1 = y * M$. Составляя систему уравнений:

$$x + y = 0,06$$

$$362 * x + 202 * y = 15,22$$

Решая систему, получаем ответ:

$$x = 0,019375; y = 0,040625$$

Отсюда следует, что $\frac{y}{x} = \frac{0,040625}{0,019375} = 2,09$. Округляя до ближайшего целого числа, получается, что соотношение в исходной смеси 2,4-диметилфенола к 3,5-диметилфенолу равно 2:1.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 2

Задание 1.

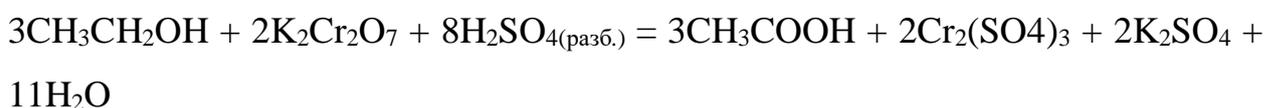
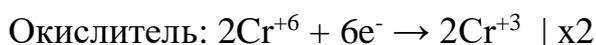
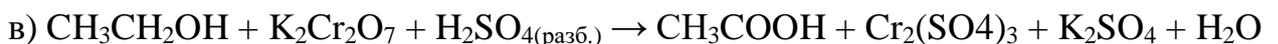
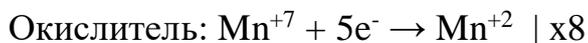
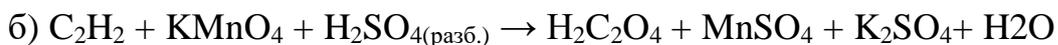
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

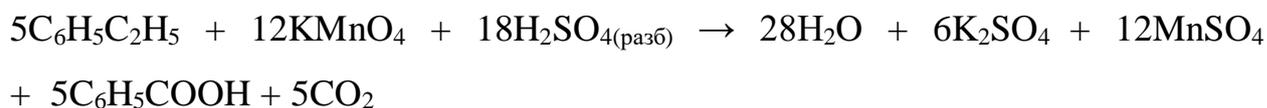
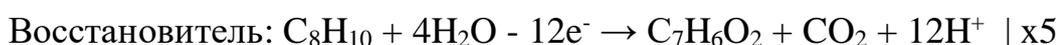
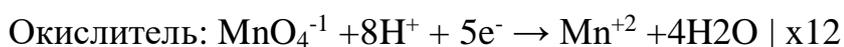
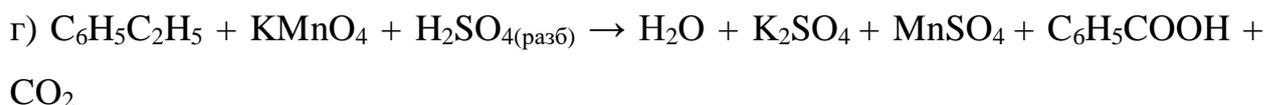
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 2



Задание 2.

При взаимодействии (не указана HCl) кристаллического вещества оранжевого цвета выделяется газ желто-зеленого цвета и образуется раствор **A** темно-зеленого цвета. Раствор **A** отделили и добавили избыток концентрированного раствора гидрата аммиака. Наблюдали образование осадка серо-зеленого цвета **B**. Затем к полученному осадку добавили избыток гидроксида натрия и получили изумрудно-зеленый раствор **C**. Полученный раствор разделили на две части. К первой части раствора добавили избыток бромной воды, в результате получили раствор, содержащий вещество **D**, в котором массовая доля хрома составила – 47,27% по массе (**подтвердите расчетом**). Ко второй порции добавили избыток концентрированной соляной кислоты. В полученный раствор внесли гранулы цинка и аккуратно нагревали до изменения окраски, обусловленной образованием вещества **E**, в котором массовая доля хрома составила – 42,28% по массе (**подтвердите расчетом**). Если полученный раствор вещества **E** оставить на воздухе, то очень быстро опять произойдет изменение окраски раствора с образованием вещества **A**.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

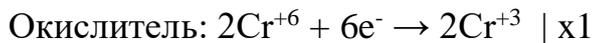
Химия 10 класс

Вариант 2

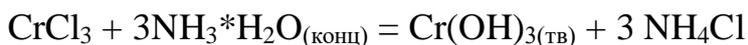
Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

(15 баллов)

Решение:



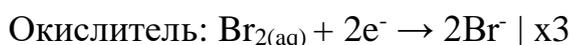
Вещество А - CrCl_3



Вещество В - $\text{Cr}(\text{OH})_3$



Вещество С - $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

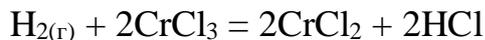
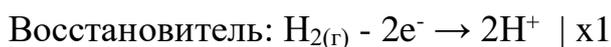
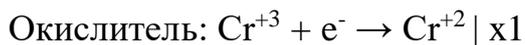
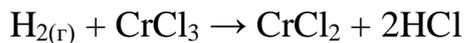
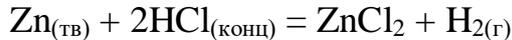
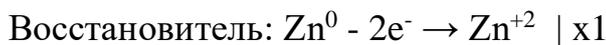
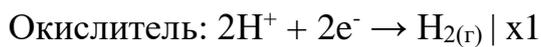
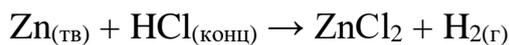
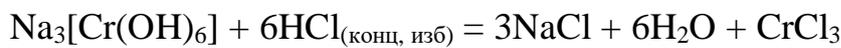




Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 10 класс
Вариант 2

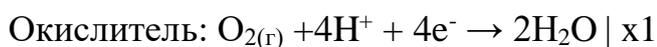
$$\omega_{Cr} = \frac{M_{Cr}}{M_{Na_2CrO_4}} * 100\% = \frac{51,99}{161,93} * 100\% = 32,11\%$$

Вещество D - Na_2CrO_4



$$\omega_{Cr} = \frac{M_{Cr}}{M_{CrCl_2}} * 100\% = \frac{51,99}{122,99} * 100\% = 42,28\%$$

Вещество E - $CrCl_2$





Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 10 класс
Вариант 2

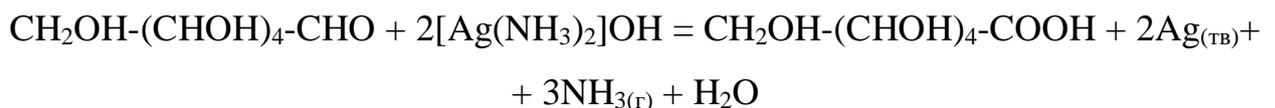
Задание 3.

Соединение **A** – бесцветные кристаллы сладкого вкуса, хорошо растворимые в воде. При гидролизе **A** образуются два вещества с одинаковой относительной молекулярной массой, одно из которых – **B** - вступает в реакцию «серебряного зеркала», превращаясь в **C**. Приведите возможные формулы веществ **A**, **B**, **C** и уравнения химических реакций.

(16 баллов)

Решение:

Внешних признаков и характер взаимодействия продукта гидролиза с аммиачным раствором оксида серебра свидетельствуют о том, что соединение **A** - сахароза, а вещества **B** и **C** - фруктоза и глюкоза соответственно.



Задание 4.

Массовая доля насыщенного раствора хромата аммония при 70°C равна 40,3%, а при 20°C - 24,8%. Вычислите массу соли, которая кристаллизуется из 500 г насыщенного при 70°C раствора при его охлаждении до 20°C.

(16 баллов)

Решение:

Масса хромата аммония, растворенная в его насыщенном растворе при 70°C равна:

$$m_{(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4} = \omega_{(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4} * m_{\text{p-ра}} = 0,403 * 500 = 201,5 \text{ г}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 2

А при 20°C масса равна:

$$m_{(NH_4)_2CrO_4} = \omega_{(NH_4)_2CrO_4} * m_{p-pa} = 0,248 * 500 = 124 \text{ г}$$

Следовательно, при охлаждении кристаллизуется $201,5 - 124 = 77,5$ г хромата аммония.

Задание 5.

Выведите формулу гидрата ортофосфата цинка, если известно, что массовая доля соли в нем равна 84,2%.

(20 баллов)

Решение:

Формула гидрата: $Zn_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$ следовательно, исходя из имеющихся данных:

$$\omega_{Zn_3(PO_4)_2} = \frac{M_{Zn_3(PO_4)_2}}{M_{Zn_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O}} \Rightarrow$$
$$M_{Zn_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O} = \frac{M_{Zn_3(PO_4)_2}}{\omega_{Zn_3(PO_4)_2}} = \frac{296,03}{0,842} = 351,58 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Следовательно, количество молекул воды, образующих гидрат равно:

$$\frac{351,58 - 296,03}{18} = \frac{55,55}{18} = 3,09 \approx 3$$

т.е. формула гидрата ортофосфата цинка: $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 2

Задание 6.

Смесь стирола и одного из гомологов фенола, содержащего один радикал в *мета*-положении, общей массой 0,660 г, вступает в реакцию с 50,0 г 3,20%-го раствора брома в четыреххлористом углероде. При обработке этой же смеси такой же массы избытком натрия выделяется 22,4 мл водорода (н.у.). Установите строение гомологов фенола.

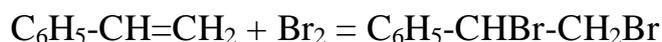
(25 баллов)

Решение:

Масса чистого брома в растворе в CCl_4 равна:

$$50 * 3,2\% = 1,6 \text{ г} \Rightarrow n_{\text{Br}_2} = \frac{1,6}{160} = 10 \text{ ммоль}$$

С Br_2 реагируют оба вещества. Стирол присоединяет 1 моль брома, *мета*-замещённый фенол - 3 моль брома.



С металлическим натрием взаимодействует только один из гомологов фенола, $2\text{Ar-OH} + 2\text{Na} = 2\text{ArONa} + \text{H}_2$; 22.4 мл водорода при н.у. соответствуют 2 ммоль фенола.

2 ммоль гомолога фенола провзаимодействуют с 6 ммоль Br_2 , следовательно, оставшиеся 4 ммоль присоединил стирол.

$$\text{Это соответствует: } m_{\text{C}_8\text{H}_8} = \frac{M_{\text{C}_8\text{H}_8} * 4}{1000} = \frac{104,15 * 4}{1000} = 0,416 \text{ г}$$

Значит, в исходной смеси было:

$$m_{\text{ArOH}} = 0,660 - 0,416 = 0,244 \text{ г } \textit{мета}\text{-замещенного фенола}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 2

Молярная масса *мета*-замещенного фенола:

$$M_{ArOH} = \frac{m_{ArOH}}{n_{ArOH}} = \frac{0,244}{2 \times 10^{-3}} = 122 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Данной молекулярной массе соответствует *мета*-этилфенол.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

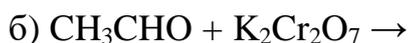
Химия 10 класс

Вариант 3

Задание 1.

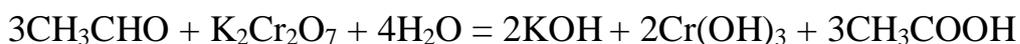
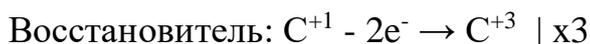
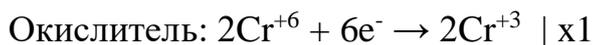
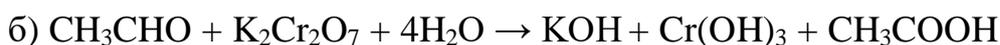
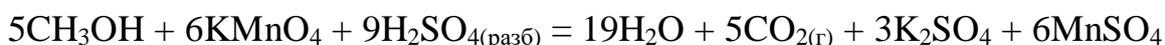
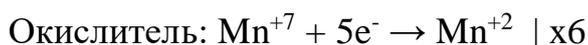
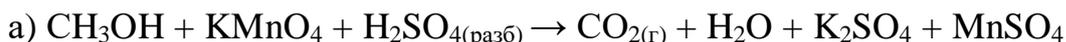
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

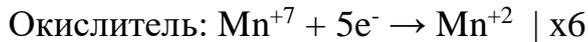
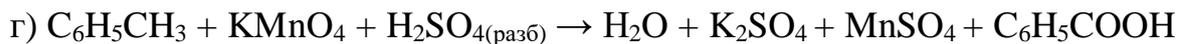
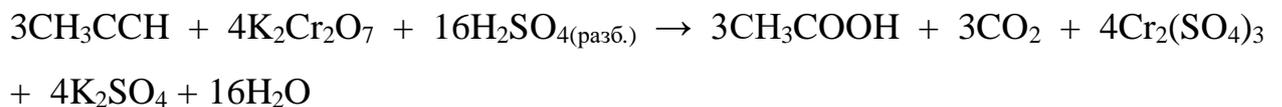
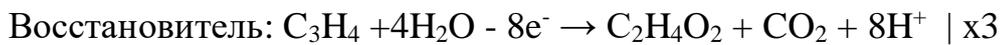
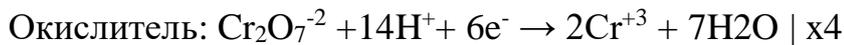
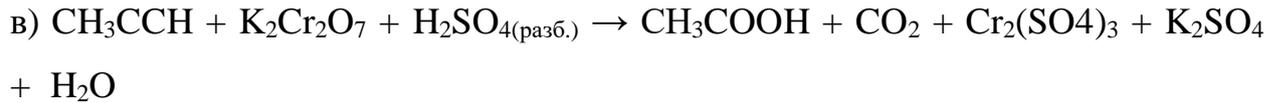
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 3



Задание 2.

При термическом разложении натриевой соли **A** была выделена натриевая соль **B** другого химического состава. Полученный порошок соли **B** разделили на две порции. К первой порции добавили подкисленный серной кислотой водный раствор иодида калия. При этом образовался раствор буро-коричневого цвета и выделился бесцветный газ, содержащий 53,33% кислорода по массе (**подтвердите расчетом**). Полученный раствор реагирует с раствором тиосульфата натрия. При этом наблюдается обесцвечивание раствора. Ко второй порции добавили подкисленный раствор перманганата калия, при этом наблюдалось обесцвечивание раствора. При взаимодействии соли **A** с порошкообразным цинком в среде концентрированного раствора



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

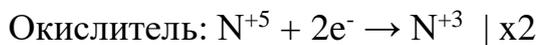
Вариант 3

гидроксида калия наблюдалось выделение бесцветного газа С с резким запахом, который окрашивал лакмусовую бумажку в синий цвет.

Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

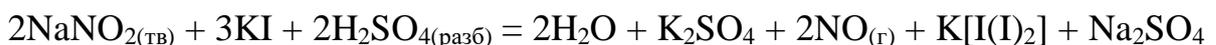
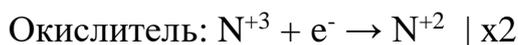
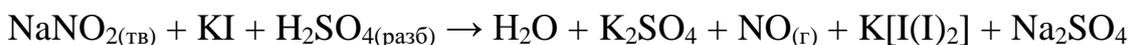
(15 баллов)

Решение:



Вещество А - NaNO_3

Вещество В - NaNO_2



$$\omega_{\text{O}} = \frac{M_{\text{O}}}{M_{\text{NO}}} * 100\% = \frac{15,99}{30} * 100\% = 53,33\%$$



Многопрофильная олимпиада

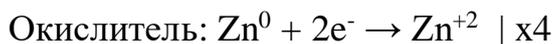
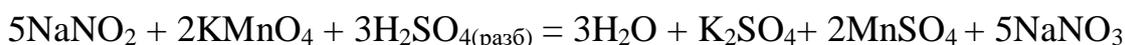
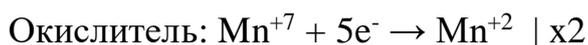
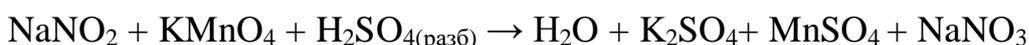
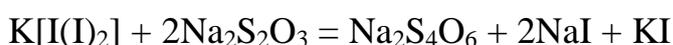
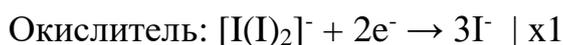
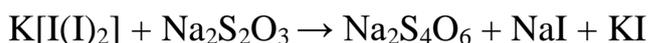
РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 3



Вещество С - NH_3

Задание 3.

Соединение **А** – кристаллическое вещество, растворимое в воде, при взаимодействии с раствором нитрата серебра(I) дает белый творожистый осадок. При действии гидроксида натрия на вещество **А** образует соединение **В**, бесцветная маслянистая жидкость, малорастворимая в воде. При действии бромной воды на **В** образуется белый осадок вещества **С**.

Определите все представленные вещества. Приведите их химические формулы и все необходимые уравнения химических реакций.

(16 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

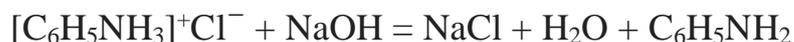
Заключительный этап

Химия 10 класс

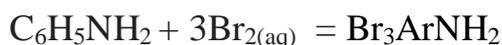
Вариант 3

Решение:

Исходя из внешнего вида и характера взаимодействия соединения А с AgNO_3 и NaOH видно, что соединение А - гидрохлорид анилина.



Вещество В – Анилин.



Вещество С – триброманилин.

Задание 4.

Коэффициент растворимости дихромата калия равен 12,5 г (на 100 г воды) при 20°C и 73 г на 100 г воды при 80°C. В 150 г воды приготовили насыщенный раствор соли при 80°C, затем его охладили до 20°C. Вычислите массу выпавшего осадка соли.

(16 баллов)

Решение:

Масса дихромата калия, растворенная в его насыщенном растворе при 80°C равна:

$$m_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = k_s^{80} * m_{\text{р-ля}} = \frac{73}{100} * 150 = 109,5 \text{ г}$$

А при 20°C масса равна:

$$m_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = k_s^{20} * m_{\text{р-ля}} = \frac{12,5}{100} * 150 = 18,75 \text{ г}$$



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 10 класс
Вариант 3

Следовательно, при охлаждении образуется $109,5 - 18,75 = 90,75$ г осадка дихромата калия.

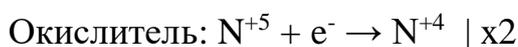
Задание 5.

При взаимодействии 12,8 г металла с избытком 60%-ной азотной кислоты выделяется 8,96 л (н.у.) бурого газа и образуется соль, в которой степень окисления металла равна +II. Установите, какой металл был взят для проведения реакции.

(20 баллов)

Решение:

При взаимодействии металла с избытком 60%-ной азотной кислоты, образуется соль металла в наиболее устойчивой степени окисления, если степень окисления равна +II, то это значит, что металл - двухвалентный, следовательно, схема реакции с азотной кислотой будет:



$$\text{Следовательно, } n_{\text{Me}} = \frac{1}{2} n_{\text{NO}_2} = \frac{1}{2} * \frac{8,96}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

Отсюда получаем, что молекулярная масса металла равна:

$$M_{\text{Me}} = \frac{m_{\text{Me}}}{n_{\text{Me}}} = \frac{12,8}{0,2} = 64$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 3

Металл, имеющий молекулярную массу 64 а.е.м. и проявляющий валентность II – Cu.

Задание 6.

При нагревании смеси двух предельных вторичных одноатомных спиртов с небольшим количеством серной кислоты была получена смесь трех органических веществ, относящихся к одному классу соединений, в равном молярном соотношении общей массой 10,44 г, при этом выделилась вода массой 1,62 г. Установите структурные формулы исходных соединений и продуктов реакции.

(25 баллов)

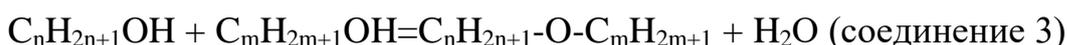
Решение:

При реакции вторичных одноатомных спиртов с серной кислотой получают эфиры и воды. Количество воды стехиометрически равно количеству полученных эфиров, поэтому, пусть 3 полученных органических вещества обозначаются цифрами 1,2 и 3 соответственно, значит:

$$n_{1+2+3} = n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{1,62}{18} = 0,09 \text{ моль}$$

Поскольку молярное соотношение у соединений 1,2 и 3 одинаковое, то, следовательно, $n_1 = n_2 = n_3 = \frac{n_{1+2+3}}{3} = \frac{0,09}{3} = 0,03 \text{ моль}$.

Уравнения протекающих в системе реакция:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 3

$$M_1 = 2 * 12n + 4n + 1 + 17 = 28n + 18$$

$$M_2 = 2 * 12n + 4n + 1 + 17 = 28m + 18$$

$$M_3 = 14n + 14m + 18$$

Таким образом, масса смеси равна:

$$(28n + 18) * 0,03 + (28m + 18) * 0,03 + (14n + 14m + 18) * 0,03 =$$

$$= 1,26n + 1,26m + 1,62$$

$$1,26n + 1,26m + 1,62 = 10,44$$

$$1,26n + 1,26m = 8,82$$

Пусть n и m - целые числа, тогда при $m > n$, $m=4$, $n=3$, т.е. предельные вторичные спирты - C_3H_7OH и C_4H_9OH , 2-пропанол и 2-бутанол.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

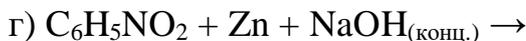
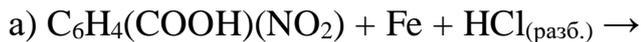
Химия 10 класс

Вариант 4

Задание 1.

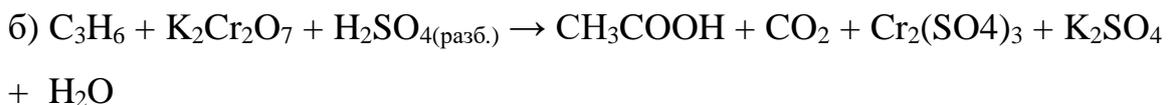
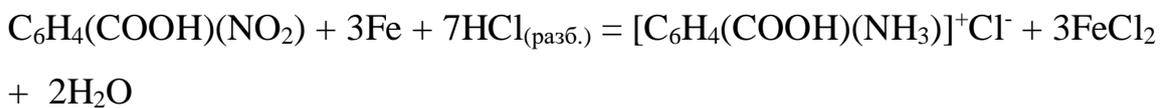
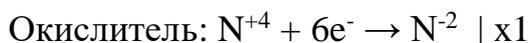
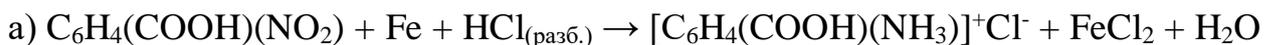
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

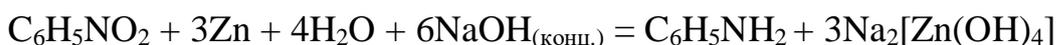
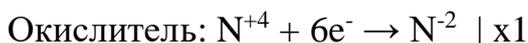
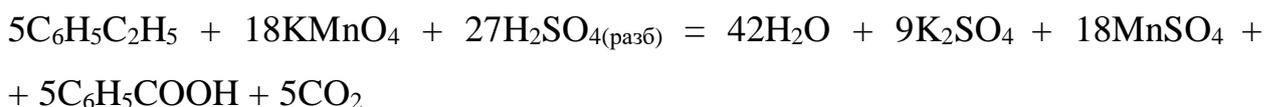
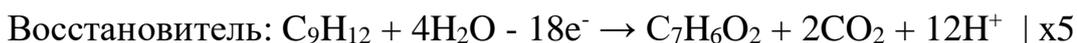
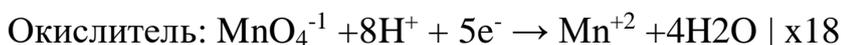
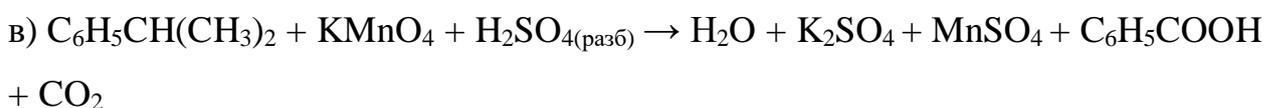
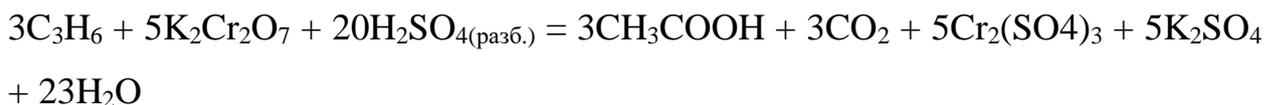
РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 4



Задание 2.

При взаимодействии двух простых веществ **A** и **B**, принадлежащих одной группе Периодической системы, образуется газообразный продукт **C**. Известно, что соединение **B** может быть получено в растворе в виде бледно-желтого осадка путем взаимодействия газообразного продукта **C** с растворенным газообразным веществом **D**, содержащим 94,08% серы (по массе; **подтвердите расчетом**). Пропусканием газообразного продукта **C** через избыток раствора гидроксида натрия получают соль **E**, содержащую 25,44% серы (по массе; **подтвердите расчетом**). Долгим кипячением простого



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 4

вещества **В** и соли **Е** получают вещество **Г**, которое легко кристаллизуется из раствора в виде пентагидрата. При взаимодействии полученного вещества **Г** с разбавленной соляной кислотой выделяется простое вещество **В** и газообразный продукт **С**.

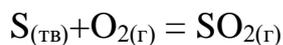
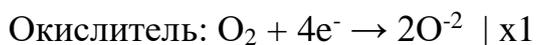
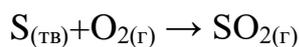
Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

(15 баллов)

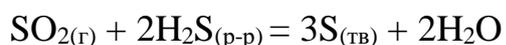
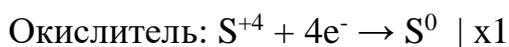
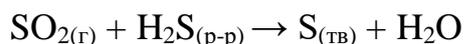
Решение:

Вещество А - O_2

Вещество В - S



Вещество С - SO_2





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

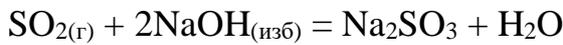
Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 4

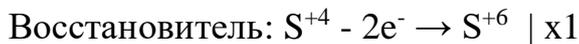
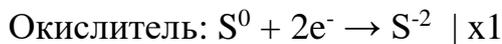
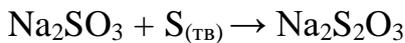
$$\omega_S = \frac{M_S}{M_{H_2S}} * 100\% = \frac{32.07}{34,09} * 100\% = 34,08\%$$

Вещество D - H₂S

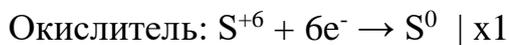


$$\omega_S = \frac{M_S}{M_{Na_2SO_3}} * 100\% = \frac{32.07}{126,02} * 100\% = 25,44\%$$

Вещество E - Na₂SO₃



Вещество G - Na₂S₂O₃



Задание 3.

При пропускании паров вещества А над нагретым платиновым катализатором образуется жидкость В со специфическим запахом и газ, объем паров которого в 4 раза превышает объем паров вещества А. При действии



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 4

смеси концентрированных азотной и серной кислот из В образуется С – тяжелая желтоватого цвета жидкость с запахом горького миндаля. Плотность паров вещества С почти в 3 раза превышает плотность пропена.

Определите вещества А, В, С. Составьте уравнения всех представленных химических реакций.

(16 баллов)

Решение:

Исходя из характера взаимодействия указанных веществ А, В и С, видно, что:

Вещество А - C_6H_{14} (циклогексан)

Вещество В - C_6H_6 (бензол)

Вещество С - $C_6H_5NO_2$ (нитробензол)



Задание 4.

Коэффициент растворимости нитрата серебра(I) равен 228 г (на 100 г воды) при 20°C и 635 г (на 100 г воды) при 80°C. Рассчитайте массу осадка, выпавшего при охлаждении 800 г горячего насыщенного раствора.

(16 баллов)



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 10 класс
Вариант 4

Решение:

Масса нитрата серебра, растворенная в его насыщенном растворе при 80°C равна:

$$m_{K_2CrO_4} = k_S^{80} * m_{p-ля} = \frac{635}{100} * 800 = 5080 \text{ г}$$

А при 20°C масса равна:

$$m_{K_2CrO_4} = k_S^{20} * m_{p-ля} = \frac{228}{100} * 800 = 1824 \text{ г}$$

Следовательно, при охлаждении образуется $5080 - 1824 = 3256$ г осадка нитрата серебра.

Задание 5.

Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если известно, что при прокаливании 36,6 г соли потеря в массе составляет 5,4 г.

(20 баллов)

Решение:

Формула гидрата: $BaCl_2 \cdot nH_2O$

При прокаливании кристаллогидрат потерял всю кристаллизационную воду, поэтому массовая доля хлорида бария составила:

$$\omega_{BaCl_2} = \frac{36,6 - 5,4}{36,6} * 100\% = 85,3\%$$

Следовательно:

$$\omega_{BaCl_2} = \frac{M_{BaCl_2}}{M_{BaCl_2}} \Rightarrow M_{BaCl_2} = \frac{M_{BaCl_2}}{\omega_{BaCl_2}} = \frac{208,25}{0,853} = 244,14 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 10 класс
Вариант 4

Количество молекул воды, образующих гидрат равно:

$$\frac{244,14 - 208,25}{18} = \frac{35,89}{18} = 1,99 \approx 2$$

т.е. формула хлорида бария: $BaCl_2 \cdot 2H_2O$

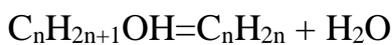
Задание 6.

Предельный одноатомный спирт массой 44,4 г обработали концентрированным раствором серной кислоты при нагревании; внутримолекулярная дегидратация прошла с выходом 75,0%. Выделившийся газ пропустили через избыток щелочного раствора перманганата калия; масса образовавшегося осадка составила 26,1 г. Установите строение спирта, если известно, что при его окислении образуется кетон.

(25 баллов)

Решение:

Уравнения протекающих реакций:



$$n_{MnO_2} = \frac{m_{осадка}}{M_{MnO_2}} = \frac{26,1}{87} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_{C_nH_{2n}} = \frac{3}{2} * n_{MnO_2} = \frac{3}{2} * 0,3 = 0,45 \text{ моль}$$

Количество исходного спирта:

$$n_{C_nH_{2n+1}OH} = \frac{n_{C_nH_{2n}}}{0,75} = \frac{0,45}{0,75} = 0,6 \text{ моль}$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 10 класс

Вариант 4

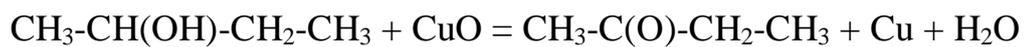
Следовательно, молярная масса исходного спирта равна:

$$M_{C_nH_{2n+1}OH} = \frac{m_{\text{исх}}}{n_{C_nH_{2n+1}OH}} = \frac{44,4}{0,6} = 74 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$14n = 74 - 18$$

$$14n = 56$$

$n = 4 \Rightarrow$ формула спирта – C_4H_9OH





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

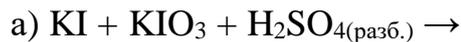
Химия 11 класс

Вариант 1

Задание 1.

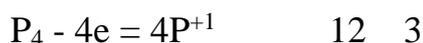
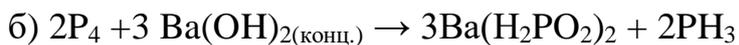
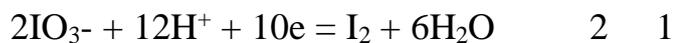
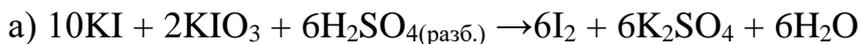
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

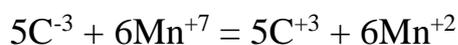
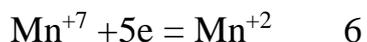
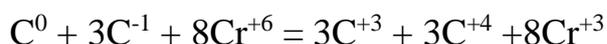
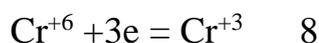
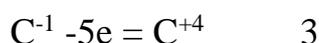
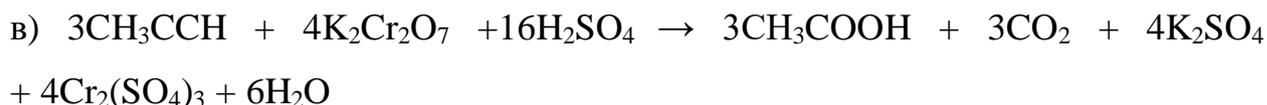
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1



Задание 2.

При взаимодействии двух простых веществ **A** и **B**, принадлежащих одной группе Периодической системы, образуется газообразный продукт **C**. Известно, что соединение **B** может быть получено в растворе в виде бледно-желтого осадка путем взаимодействия газообразного продукта **C** с растворенным газообразным веществом **D**, содержащим 94,08% серы (по массе; **подтвердите расчетом**). Пропусканием газообразного продукта **C** через избыток раствора гидроксида натрия получают соль **E**, содержащую 25,44% серы (по массе; **подтвердите расчетом**). Долгим кипячением простого вещества **B** и соли **E** получают вещество **G**, которое легко кристаллизуется из раствора в виде пентагидрата. При взаимодействии полученного вещества **G** с



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1

разбавленной соляной кислотой выделяется простое вещество **В** и газообразный продукт **С**.

Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

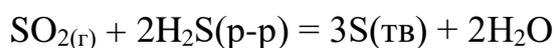
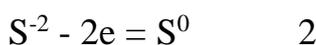
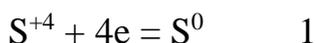
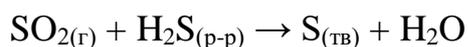
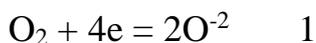
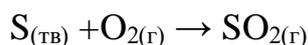
(15 баллов)

Решение:

Вещество А - O_2

Вещество В - S

Вещество С - SO_2



Вещество D - H_2S



Многопрофильная олимпиада

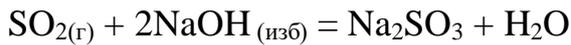
PTU МИРЭА

2024/2025

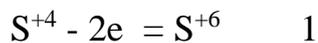
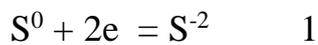
Заключительный этап

Химия 11 класс

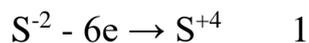
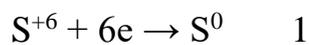
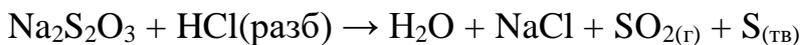
Вариант 1



Вещество Е - Na_2SO_3



Вещество G - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



Задание 3

Соединение **А** – бесцветные кристаллы сладкого вкуса, хорошо растворимые в воде. При гидролизе **А** образуются два вещества с одинаковой относительной молекулярной массой, одно из которых – **В** – вступает в реакцию «серебряного зеркала», превращаясь в **С**. Приведите возможные формулы веществ **А**, **Б**, **С** и уравнения химических реакций.

(16 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

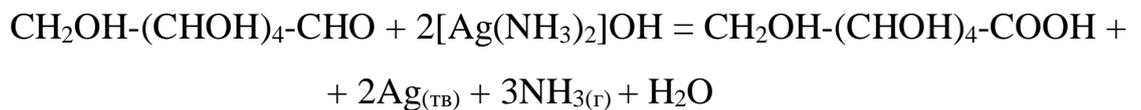
Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1

Решение:

Внешние признаки и характер взаимодействия продукта гидролиза с аммиачным раствором оксида серебра указывают на то, что соединение **А** - сахараза, а вещества **В** и **С** - глюкоза и глюконовая кислота соответственно.



Задание 4.

Вычислите, какая масса осадка выпадает при перекристаллизации бертолетовой соли из 700 г насыщенного при 80 °С раствора после его охлаждения до 20 °С? Коэффициенты растворимости равны при этих температурах 37,6 г/100 г воды и 7,3 г/100 г воды соответственно.

(16 баллов)

Решение:

Пусть S - масса растворителя, тогда масса растворенного вещества составит $k_{80}S/100$. Исходя из этого составим уравнение: $S + k_{80}S/100 = 700$. Отсюда $S = 508.72$ г, следовательно, масса растворенной бертолетовой соли 191.23 г. Учитывая, что при 20С растворится только $7.3 \cdot 508.72/100 = 37.14$ г, закристаллизуется $191.23 - 37.14 = 154.09$ г бертолетовой соли.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1

Задание 5.

На приготовление 5,5 л хлорной воды пошло 0,448 л (н.у.) дихлора, который полностью перешел в раствор. Определите рН хлорной воды, если степень дисмутации дихлора в воде равна 48,5%.

(20 баллов)

Решение:



Начальная концентрация растворенного хлора равна $C_0 = V_{\text{Cl}_2}/(V_m \cdot V) = 0.0036 \text{ M}$.

$\alpha = \sqrt{(K/C_0)}$, $K = \alpha^2 C_0$, тогда $\alpha^2 C_0 = x^2/C_0 - x$, откуда вытекает квадратное уравнение $x^2 + 8.47 \cdot 10^{-4} x - 3 \cdot 10^{-6} = 0$, решение которого описывается одним удовлетворяющим условиям задачи корнем $x = [\text{HCl}] = 0.0014 \text{ M}$. Отсюда легко рассчитать рН раствора хлорной воды: $\text{pH} = -\lg[\text{HCl}] = 2.85$

Задание 6.

При обжиге на воздухе 29,1 г соли двухвалентного металла получили смесь двух оксидов, один из которых газообразный. Такое же количество газообразного оксида выделяется при нагревании концентрированной серной кислоты с 19,2 г меди. 24,3 г второго оксида, содержащего 80,25% металла(II), растворили в соляной кислоте и к полученному при этом раствору прилили раствор гидроксида натрия. Образовавшийся раствор с осадком разделили на две части. К первой части прилили бромоводородную кислоту, а в другую – раствор гидроксида натрия. В каждом случае произошло растворение осадка. Выведите формулу исходной соли двухвалентного



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1

металла. Объясните все наблюдаемые явления, запишите уравнения соответствующих химических реакций.

(25 баллов)

Решение:

Воспользуемся законом эквивалентов для определения молярной массы неизвестного металла в оксиде:

$$M_{Me}/w_{Me}n = M_O/w_O,$$

где M_{Me} - молярная масса искомого металла, w_{Me} - массовая доля металла в оксиде, M_O - молярная масса кислорода, w_O - массовая доля кислорода в оксиде, n - отношение числа атомов кислорода к числу атомов металла в оксиде.

Подставляя наши значения получим $M_{Me} = 16 \cdot 0.8025 \cdot n / 0.1975 = 65 \cdot n$

Учитывая, что металл двухвалентный, получаем молярную массу, равную 65 г/моль, что соответствует Zn. Таким образом, первый продукт отжига - оксид ZnO.

Запишем уравнение реакции меди с концентрированной серной кислотой:



Отсюда следует, что вторым продуктом отжига является сернистый газ SO_2 , что соответствовало бы сульфату цинка. Подтвердим наше предположение расчетами:

$$v(SO_2) = m(\text{соли})/M(\text{соли}) = 29.1 \text{ г}/97 \text{ г/моль} = 0.3 \text{ моль}$$

$$v(SO_2) = m(Cu)/M(Cu) = 19.2 \text{ г}/64 \text{ г/моль} = 0.3 \text{ моль}.$$



Многопрофильная олимпиада

PTU MIREA

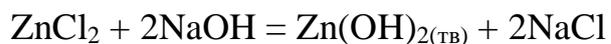
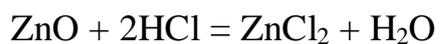
2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 1

Запишем остальные уравнения реакции:





Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

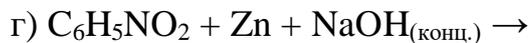
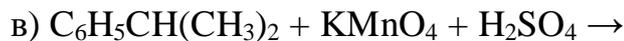
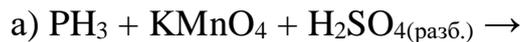
Химия 11 класс

Вариант 2

Задание 1.

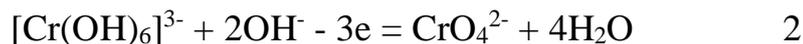
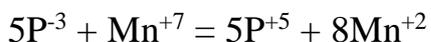
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

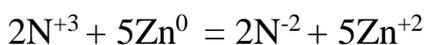
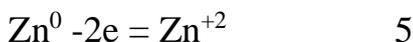
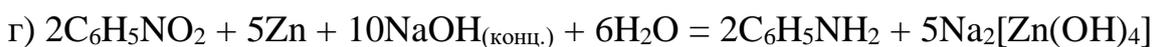
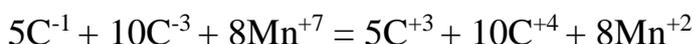
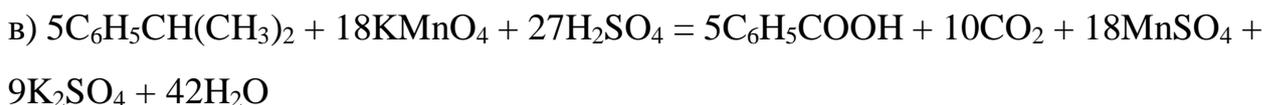
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 2



Задание 2.

Белое кристаллическое вещество **A** получают путем взаимодействия галогена с избытком дымящей азотной кислоты. Исходный галоген может быть получен путем взаимодействия диоксида марганца с галогенидом калия, содержащий 76,45% (по массе) галогена (**подтвердите расчетом**) в присутствии концентрированной серной кислоты. Полученное вещество **A** разделили на две части. Первую порцию вещества **A** подвергли взаимодействию с избытком раствором иодида калия в присутствии разбавленной серной кислоты. В результате протекания реакции образовалась соль **B**, окрашивающая раствор в темно-коричневый цвет и содержащая 90,69% иода (по массе; **подтвердите расчетом**). Известно, что соль **B** может реагировать с раствором тиосульфата натрия, а также с диоксидом серы.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

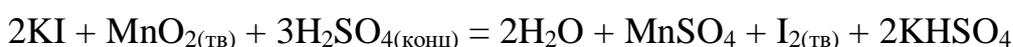
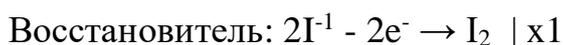
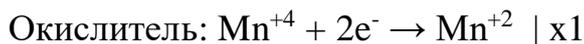
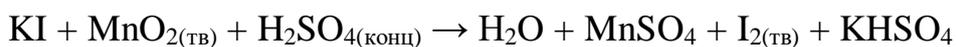
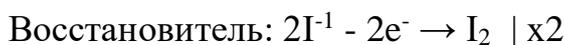
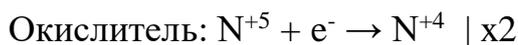
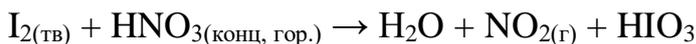
Вариант 2

Вторую порцию вещества **A** растворили в избытке концентрированной соляной кислоты при нагревании, а затем раствор охладили. При охлаждении полученного раствора удалось выделить кристаллы дигидрата вещества **C** ярко-желтого цвета. Известно, что в соединении **C** атомы хлора являются лигандами.

Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

(15 баллов)

Решение:



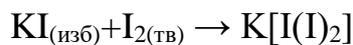
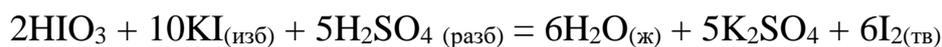
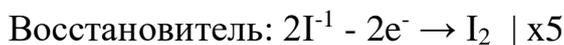
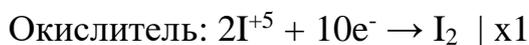
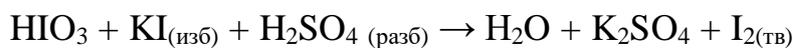
$$\omega_{I_2} = \frac{M_{I_2}}{M_{KI}} * 100\% = \frac{126.91}{126.91 + 39.09} * 100\% = 76,45\%$$



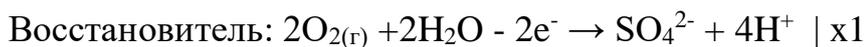
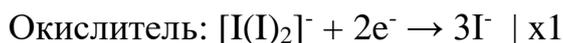
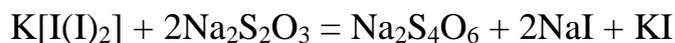
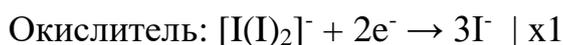
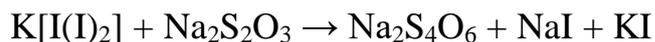
Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 11 класс
Вариант 2

Исходный галоген - I₂

Вещество А - HIO₃



$$\omega_{\text{I}} = \frac{M_{[\text{I}(\text{I})_2]}}{M_{\text{K}[\text{I}(\text{I})_2]}} * 100\% = \frac{126.91 * 3}{126.91 * 3 + 39.09} * 100\% = 90,69\%$$



Вещество В - K[I(I)₂]



Многопрофильная олимпиада

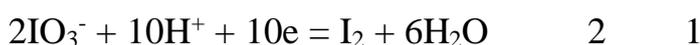
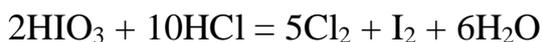
РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 2



Вещество С - клатрат хлора $\text{Cl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Задание 3

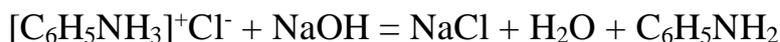
Соединение **А** – кристаллическое вещество, растворимое в воде, при взаимодействии с раствором нитрата серебра(I) дает белый творожистый осадок. При действии гидроксида натрия на вещество **А** образует соединение **В**, бесцветная маслянистая жидкость, малорастворимая в воде. При действии бромной воды на **В** образуется белый осадок вещества **С**.

Определите все представленные вещества. Приведите их химические формулы и все необходимые уравнения химических реакций.

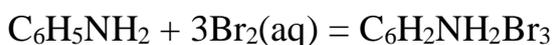
(16 баллов)

Решение:

Исходя из внешнего вида и характера взаимодействия соединения **А** с AgNO_3 и NaOH видно, что соединение **А** - гидрохлорид анилина.



Вещество В - Анилин



Вещество С - триброманилин



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 2

Задание 4

Растворяют 100 г дигидроортофосфата калия в 150 мл горячей воды, прозрачный раствор охлаждают до 20°C (при этой температуре коэффициент растворимости соли равен 22,6 г/100 г воды). Выпавший осадок соли отфильтровывают и сушат, его масса составила 59,8 г. Вычислите массовую долю (в %) растворимых примесей во взятой соли.

(16 баллов)

Решение:

При 20 °С может раствориться 33,9 г соли в 150 мл воды. В растворе осталось $100 - 59,8 = 40,2$ г растворимого вещества, следовательно, массовая доля примесей составляет $1 - (33,9/40,2) = 0,1567$ или 15,67%

Задание 5

На приготовление 7,0 л хлорной воды пошло 1,42 г дихлора, который полностью перешел в раствор. Определите рН хлорной воды, если степень дисмутации дихлора в воде равна 20,5%.

(20 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 2

Решение:



$$K = [\text{HCl}][\text{HClO}]/[\text{Cl}_2] = x^2/C_0 - x$$

Начальная концентрация растворенного хлора равна

$$C_0 = m_{\text{Cl}_2}/(M_{\text{Cl}_2} \cdot V) = 0.02 \text{ M.}$$

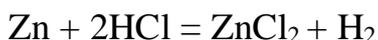
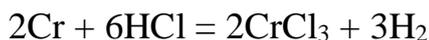
$\alpha = \sqrt{(K/C_0)}$, $K = \alpha^2 C_0$, тогда $\alpha^2 C_0 = x^2/C_0 - x$, откуда вытекает квадратное уравнение $x^2 + 8.47 \cdot 10^{-4}x - 3 \cdot 10^{-6} = 0$, решение которого описывается одним удовлетворяющим условиям задачи корнем $x = [\text{HCl}] = 0.0037 \text{ M}$. Отсюда легко рассчитать pH раствора хлорной воды $\text{pH} = -\lg[\text{HCl}] = 2.43$

Задание 6.

Смесь хрома, цинка и серебра общей массой 7,14 г обработали разбавленной соляной кислотой, масса не растворившегося остатка оказалась равной 3,24 г. Раствор после отделения осадка обработали бромом в присутствии гидроксида натрия, а по окончании реакции обработали избытком нитрата бария. Масса образовавшегося осадка оказалась равной 12,65 г. Вычислите массовые доли металлов в исходной смеси.

(25 баллов)

Решение:



Серебро не взаимодействует с кислотами неокислителями при нормальных условиях, следовательно, масса остатка представляет собой массу серебра в сплаве (3.24 г).



Многопрофильная олимпиада

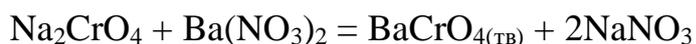
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 2



Рассчитаем массу хрома:

$$\nu(\text{BaCrO}_4) = 12.65 \text{ г} / 253 \text{ г/моль} = 0.05 \text{ моль} = \nu(\text{Na}_2\text{CrO}_4) = \nu(\text{CrCl}_3) = \nu(\text{Cr}),$$

отсюда $m(\text{Cr}) = 0.05 \text{ моль} * 52 \text{ г/моль} = 2.60 \text{ г}$

Массе цинка рассчитаем их общей массы сплава и найденных масс серебра и хрома: $m(\text{Zn}) = 7.14 \text{ г} - 2.60 - 3.24 = 1.30 \text{ г}$

Наконец, массовые доли металлов в сплаве равны

$$w(\text{Cr}) = 2.60/7.14 * 100\% = 36.4\%$$

$$w(\text{Ag}) = 3.24/7.14 * 100\% = 45.4\%$$

$$w(\text{Zn}) = 1.30/7.14 * 100\% = 18.2\%$$



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 3

Задание 1.

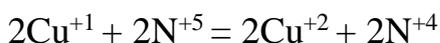
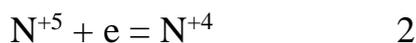
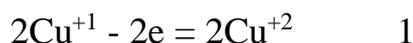
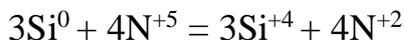
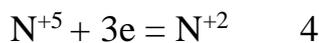
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

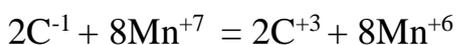
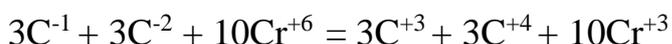
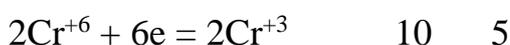
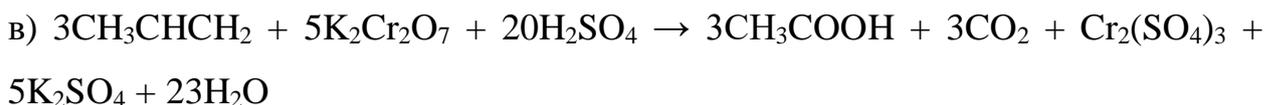
РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 3



Задание 2.

При взаимодействии с концентрированной соляной кислотой кристаллического вещества оранжевого цвета выделяется газ желто-зеленого цвета и образуется раствор **A** темно-зеленого цвета. Раствор **A** отделили и добавили избыток концентрированного раствора гидрата аммиака. Наблюдали образование осадка серо-зеленого цвета **B**. Затем к полученному осадку добавили избыток гидроксида натрия и получили изумрудно-зеленый раствор **C**. Полученный раствор разделили на две части. К первой части раствора добавили избыток бромной воды, в результате получили раствор, содержащий вещество **D**, в котором массовая доля хрома составила -32.11% по массе (**подтвердите расчетом**). Ко второй порции добавили избыток концентрированной соляной кислоты. В полученный раствор внесли гранулы



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

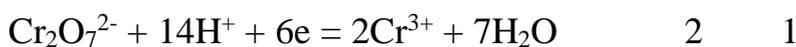
Вариант 3

цинка и аккуратно нагревали до изменения окраски, обусловленной образованием вещества **Е**, в котором массовая доля хрома составила – 42,28% по массе (**подтвердите расчетом**). Если полученный раствор вещества **Е** оставить на воздухе, то очень быстро опять произойдет изменение окраски раствора с образованием вещества **А**.

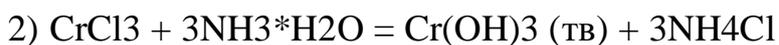
Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

(15 баллов)

Решение:



Вещество А - CrCl_3



Вещество В - $\text{Cr}(\text{OH})_3$



Вещество С - $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$



Многопрофильная олимпиада

PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

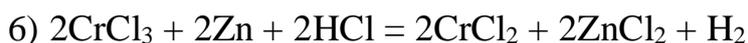
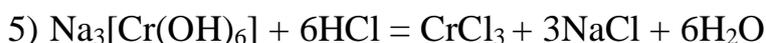
Химия 11 класс

Вариант 3



$$w(\text{Cr}) = 52 \text{ г/моль} / 162 \text{ г/моль} * 100\% = 32.11\%$$

Вещество D - Na_2CrO_4



$$W(\text{Cr}) = 52 \text{ г/моль} / 123 \text{ г/моль} * 100\% = 42.28\%$$

Вещество E - CrCl_2



Задание 3.

При пропускании паров вещества А над нагретым платиновым катализатором образуется жидкость В со специфическим запахом и газ, объем паров которого в 4 (поправка: в 3 раза) раза превышает объем паров вещества А. При действии смеси концентрированных азотной и серной кислот из В образуется С – тяжелая желтоватого цвета жидкость с запахом горького миндаля. Плотность паров вещества С почти в 3 раза превышает плотность пропена.

Определите вещества А, В, С. Составьте уравнения всех представленных химических реакций.

(16 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 3

Решение:

Исходя из того, что вещество С было получено с помощью нитрующей смеси и имеет запах горького миндаля, то, скорее всего, оно является представителем нитробензолов. Платиновые катализаторы широко применяются в технологических процессах с участием водорода, следовательно, газообразным продуктом конверсии вещества А является водород со стехиометрическим коэффициентом 3, что может указывать на процесс дегидрирования циклогексана с образованием бензола - вещества В.

Уравнения реакции:



Задание 4.

Технологическая очистка перманганата калия проводится методом перекристаллизации из горячего насыщенного раствора: коэффициенты растворимости 6.36 г/100 г воды (при 20°C) 25 г/100 г воды (при 65°C). Вычислите, какую массу очищенного вещества можно получить, используя 500 мл воды?

(16 баллов)

Решение:

В 500 мл H₂O при нагревании до 65°C растворится 125.0 г KMnO₄, при охлаждении до 20°C в 500 мл H₂O растворено будет 31.8 г KMnO₄, следовательно, можно получить 125.0 - 31.8 = 93.2 г KMnO₄.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

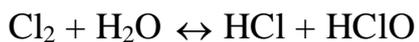
Вариант 3

Задание 5.

Газообразный хлор (0.02 моль) полностью поглотили водой (0.5 л).
Рассчитайте pH конечного раствора при 25°C, если степень дисмутации равна 30%.

(20 баллов)

Решение:



$$K = \frac{[\text{HCl}][\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]} = \frac{x^2}{C_0 - x}$$

Начальная концентрация растворенного хлора равна
 $C_0 = \nu_{\text{Cl}_2}/V = 0.04 \text{ M}$.

$\alpha = \sqrt{(K/C_0)}$, $K = \alpha^2 C_0$, тогда $\alpha^2 C_0 = x^2/(C_0 - x)$, откуда вытекает квадратное уравнение $x^2 + 3.6 \cdot 10^{-3}x - 1.4 \cdot 10^{-4} = 0$, решение которого описывается одним удовлетворяющим условиям задачи корнем $x = [\text{HCl}] = 0.0101 \text{ M}$. Отсюда легко рассчитать pH раствора хлорной воды: $\text{pH} = -\lg[\text{HCl}] = 2.00$

Задание 6.

Вычислите объем раствора гидроксида натрия с концентрацией 5,00 моль/л ($\rho = 1,185 \text{ г/мл}$), который добавили к 68,0 мл 24,0%-го раствора бромида хрома(III) ($\rho = 1,253 \text{ г/мл}$), если масса осадка оказалась равной 5,15 г, а масса надосадочной жидкости больше 120 г.

(25 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 3

Решение:

Сравним количество осадка и количество вступившего в реакцию бромида хрома(III):

$$v(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 5.15 \text{ г} / 103 \text{ г/моль} = 0.05 \text{ моль}$$

$$v(\text{CrBr}_3) = \rho V(\text{р-ра}) w(\text{CrBr}_3) = 1.1253 * 68 * 0.24 = 0.07 \text{ моль}$$

Как видно из расчетов, 0.02 моль осадка ушло на образование растворимого комплекса $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$, значит, в реакцию вступило:

$$0.07 * 3 + 0.02 = 0.23 \text{ моль NaOH}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 0.23 \text{ моль} / 5 \text{ М} * 1.185 \text{ г/мл} = 54.51 \text{ г}$$

Тогда масса надосадочной жидкости будет равна:

$$m(\text{р-ра CrBr}_3) + m(\text{р-ра NaOH}) - m(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 85.20 + 54.51 - 5.15 = 135 \text{ г},$$

что удовлетворяет условию задачи.

Таким образом, объем NaOH равен $0.23 \text{ моль} / 5 \text{ М} = 0.046 \text{ л} = 46 \text{ мл}$.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

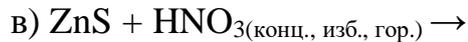
Химия 11 класс

Вариант 4

Задание 1.

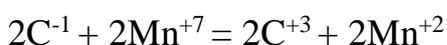
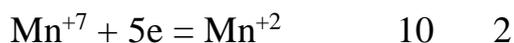
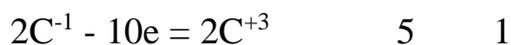
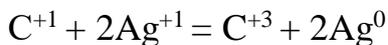
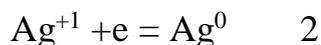
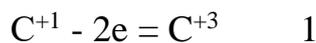
Закончите уравнения представленных окислительно-восстановительных реакций:

Для уравнивания окислительно-восстановительных реакций можно использовать метод электронного баланса, а также метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций):



(8 баллов)

Решение:





Многопрофильная олимпиада

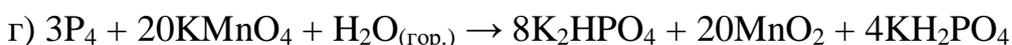
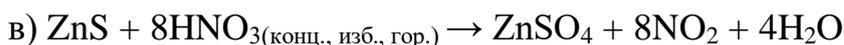
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 4



Задание 2.

При термическом разложении натриевой соли **A** была выделена натриевая соль **B** другого химического состава. Полученный порошок соли **B** разделили на две порции. К первой порции добавили подкисленный серной кислотой водный раствор иодида калия. При этом образовался раствор буро-коричневого цвета и выделился бесцветный газ, содержащий 53,33% кислорода по массе (**подтвердите расчетом**). Полученный раствор реагирует с раствором тиосульфата натрия. При этом наблюдается обесцвечивание раствора. Ко второй порции добавили подкисленный раствор перманганата калия, при этом наблюдалось обесцвечивание раствора. При взаимодействии соли **A** с порошкообразным цинком в среде концентрированного раствора гидроксида калия наблюдалось выделение бесцветного газа **C** с резким запахом, который окрашивал лакмусовую бумажку в синий цвет.

Определите все зашифрованные вещества; составьте уравнения соответствующих химических реакций, указав условия их протекания. Для составления окислительно-восстановительных реакций рекомендуется

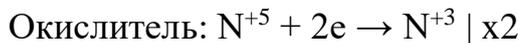


Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 11 класс
Вариант 4

использовать метод электронного баланса либо метод электронно-ионного баланса (метод полуреакций).

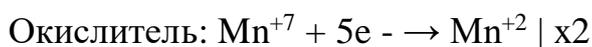
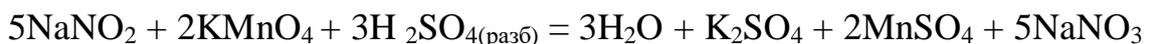
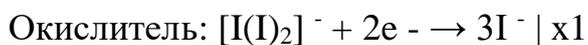
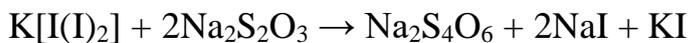
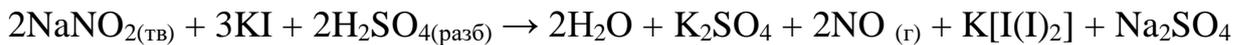
(15 баллов)

Решение:



Вещество А - NaNO_3

Вещество В - NaNO_2





Многопрофильная олимпиада

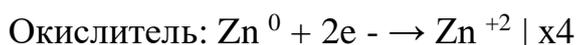
PTU МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 4



Вещество С - NH_3

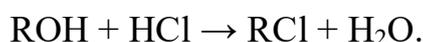
Задание 3.

Соединение неизвестного строения медленно реагирует с металлическим натрием, не окисляется раствором дихромата калия, с концентрированной соляной кислотой реагирует быстро с образованием алкилхлорида, содержащего 33,3% хлора по массе. Определите строение этого соединения.

(16 баллов)

Решение:

Характер реакций с Na, с $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и с HCl свидетельствует о том, что неизвестное вещество — третичный спирт, при реакции с HCl образуется третичный алкилхлорид:



Один моль RCl содержит один моль Cl массой 35.5 г, что составляет 33.3% от общей массы, следовательно, молярная масса алкилхлорида равна: $M(\text{RCl}) = 35.5/0.333 = 106.5$ г/моль, а молярная масса углеводородного радикала равна: $M(\text{R}) = 106.5 - 35.5 = 71$ г/моль. Единственный радикал с такой молярной массой - C_5H_{11} .



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 11 класс
Вариант 4

Один атом углерода из пяти соединен с гидроксильной группой, а четыре атома входят в состав трех радикалов. Разбить четыре атома углерода на три радикала можно единственным способом: два радикала СН_3 и один радикал $\text{С}_2\text{Н}_5$. Неизвестное вещество - 2-метил-2-бутанол.

Задание 4.

Коэффициент растворимости дихромата калия равен 12,5 г (на 100 г воды) при 20°C и 73 г на 100 г воды при 80°C. В 150 г воды приготовили насыщенный раствор соли при 80°C, затем его охладили до 20°C. Вычислите массу выпавшего осадка соли.

(16 баллов)

Решение:

Масса дихромата калия, растворенная в его насыщенном растворе при 80°C равна:

$$m_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = k_s^{80} * m_{\text{р-ля}} = \frac{73}{100} * 150 = 109,5 \text{ г}$$

А при 20°C масса равна:

$$m_{\text{K}_2\text{CrO}_4} = k_s^{20} * m_{\text{р-ля}} = \frac{12,5}{100} * 150 = 18,75 \text{ г}$$

Следовательно, при охлаждении образуется $109,5 - 18,75 = 90,75$ г осадка дихромата калия.



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

Заключительный этап

Химия 11 класс

Вариант 4

Задание 5.

На приготовление 8,54 л хлорной воды пошло 2,4 л (н.у.) дихлора, который полностью перешел в раствор. Определите рН хлорной воды, если степень дисмутации дихлора в воде равна 20,5%.

(20 баллов)

Решение:



Начальная концентрация растворенного хлора равна $C_0 = V_{\text{Cl}_2}/(V_m V) = 0.0125 \text{ M}$.

$\alpha = \sqrt{(K/C_0)}$, $K = \alpha^2 C_0$, тогда $\alpha^2 C_0 = x^2/C_0 - x$, откуда вытекает квадратное уравнение $x^2 + 5.25 \cdot 10^{-4} x - 6.57 \cdot 10^{-6} = 0$, решение которого описывается одним удовлетворяющим условиям задачи корнем $x = [\text{HCl}] = 0.0023 \text{ M}$.

Отсюда легко рассчитать рН раствора хлорной воды $\text{pH} = -\lg[\text{HCl}] = 2.64$.

Задание 6.

Сульфид металла MS массой 1,76 г подвергли обжигу в избытке кислорода. Образовавшийся твердый остаток растворили в рассчитанном количестве 29,4%-ной серной кислоты. Массовая доля соли в полученном растворе составляет 34,5%. При охлаждении этого раствора выпало 2,9 г кристаллогидрата, а массовая доля соли снизилась до 23,0%. Выведите формулу кристаллогидрата. Примечание: М проявляет в соединениях степени окисления +II и +III).

(25 баллов)



Многопрофильная олимпиада

РТУ МИРЭА

2024/2025

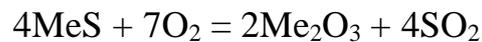
Заключительный этап

Химия 11 класс

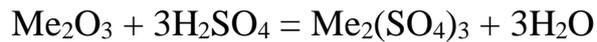
Вариант 4

Решение:

Пусть атомная масса неизвестного металла равна x г/моль, тогда количество сульфида равно $1.76/(x+32)$ моль (обозначим как Y).



Так, образовалось $0.5Y$ моль оксида, для растворения которого потребовалось $1.5Y$ моль H_2SO_4 :



Масса 29.4% раствора H_2SO_4 равна:

$$1.5Y \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)/w = 1.5Y \cdot 98/0.294 = 500Y \text{ г,}$$

а общая масса раствора равна:

$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5Y(2X+48) + 500Y = (X + 524)Y \text{ г.}$$

Масса $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3$ в растворе равна $0.5Y(2X + 288)$ г = $(X + 144)Y$ г.

По условию массовая доля $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3$ составляет 34.5%:

$$(X + 144)Y = 0.345(X + 524)Y,$$

откуда $X = 56$ г/моль и $Y = 0.02$ моль, что соответствует железу.

Отсюда вытекает, что исходный сульфид - FeS .

В растворе содержится $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ массой $(X+144)Y = 4.0$ г, а до охлаждения $(X+524)Y = 11.6$ г.

При охлаждении этого раствора выпало 2.9 г кристаллогидрата, следовательно, общая масса раствора стала равна $11.6 - 2.9 = 8.7$ г. Масса $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в оставшемся растворе равна $8.7 \cdot 0.23 = 2.0$ г. в выпавших кристаллах содержится $4.0 - 2.0 = 2.0$ г сульфата железа(III), что соответствует $2.0/400 = 0.005$ моль. Масса воды в кристаллах равна $2.9 - 2.0 = 0.9$ г, что соответствует $0.9/18 = 0.05$ моль. Количество воды в кристаллах в 10 раз



Многопрофильная олимпиада
РТУ МИРЭА
2024/2025
Заключительный этап
Химия 11 класс
Вариант 4

превосходит количество соли, следовательно, формула кристаллогидрата
 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.