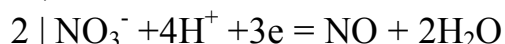
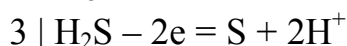
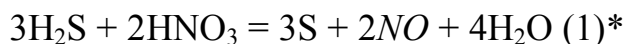


**Возможны другие варианты решения, не противоречащие
смыслу задания.**

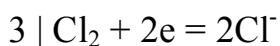
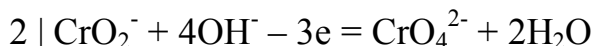
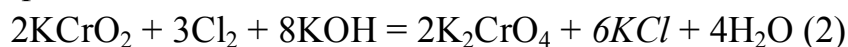
Решения заданий 9 класса

Задача №9-1

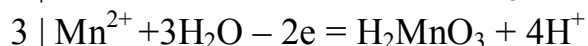
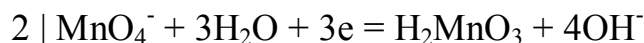
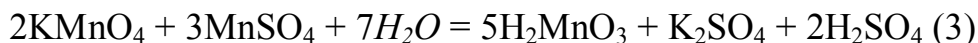


Восстановитель – H_2S , окислитель – HNO_3

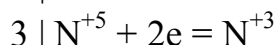
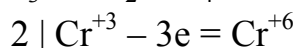
* Возможен вариант: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 = \text{S} + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



Восстановитель – KCrO_2 , окислитель – Cl_2



Восстановитель – MnSO_4 , окислитель – KMnO_4



Восстановитель – CrCl_3 , окислитель – KNO_3

Разбалловка

Расстановка коэффициентов в уравнениях (1) – (4) методом
электронного или электронно-ионного баланса

4x2б. = 8 б.

Указание окислителя и восстановителя

4x0,5 б. = 2 б.

ИТОГО

10 б.

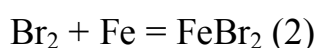
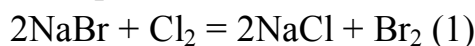
Задача №9-2

Один моль молекулярного брома соответствует 2 молям бромида натрия,
то есть в соответствии со схемой: $\text{Br}_2 \leftrightarrow 2\text{NaBr}$.

$$m(\text{NaBr}) = 2 \cdot n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{NaBr}) = 2 \cdot (67/160) \cdot 103 = 86,26 \text{ г}$$

Таким образом концентрация NaBr составляет 0,09 г/л

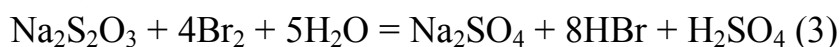
Промышленное получение брома:



VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

В соответствии с представленными уравнениями реакций из 2 молей бромида натрия (1 моля брома) получается 1 моль бромида железа (II).

$$m(\text{FeBr}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{FeBr}_2) = (67/160) \cdot 216 = 90,45$$



Наиболее приемлемым способом получения хлора является электролиз раствора хлорида натрия (или других хлоридов):

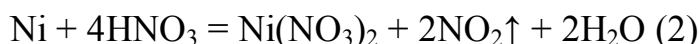
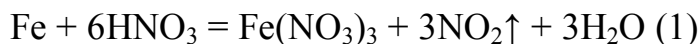


Разбалловка

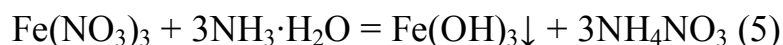
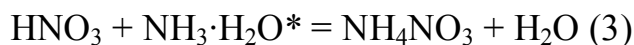
| | |
|---|---------------|
| Расчет концентрации NaBr в морской воде (г/л) | 1 б. |
| Уравнения реакций (1), (2) | 2x1 б. = 2 б. |
| Уравнения реакций (3), (4) | 2x2 б. = 4 б. |
| Расчет FeBr ₂ получаемого из 1 м ³ морской воды | 1 б. |
| Способ получения хлора: | |
| • Имеющий промышленное значение | 2 б. |
| • Лабораторный способ получения | 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №9-3

Растворение в азотной кислоте сплава сопровождается образованием нитратов железа (III) и никеля:

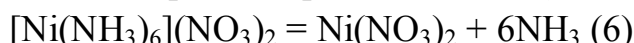


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение А) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение Б):

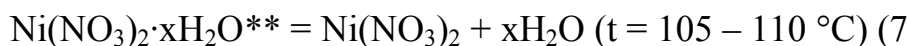


*При оценке работ записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и NH_4OH считать идентичными

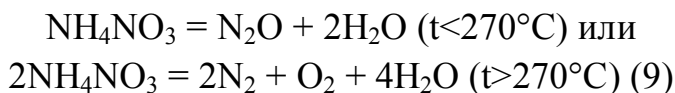
При выпаривании отфильтрованного раствора образуется смесь солей – нитрата аммония и кристаллогидрата нитрата никеля** (соединения В и Г).



При нагревании полученной смеси последовательно происходят следующие реакции – обезвоживание кристаллогидрата и разложение нитратов никеля и аммония:



VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА



***При оценке количество молекул кристаллизационной воды не является существенным, важно лишь указание на образование кристаллогидрата*



Согласно уравнениям (2), (8) и (10) из 1 моль никеля образуется 1 моль кристаллогидрата сульфата никеля, то есть:

$$n(\text{Ni}) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10,15/281 = 0,036 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = 0,036 \cdot 59 = 2,13 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}) = 2,13/4,95 \cdot 100 = 43,0\%$$

Разбалловка

| | |
|--|------------------|
| Определение веществ А – Г | 4*1 б. = 4 б. |
| Написание уравнений реакций (1) – (10) | 10*0,5 б. = 5 б. |
| Расчет массовой доли никеля в сплаве | 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №9-4

Так как **В** бинарное соединение, обладающее кислотными свойствами, можно предположить что газ **Г** это один из галогенводородов с общей формулой – **НБ**

$$w(\text{H}) = \frac{1}{1 + M(\text{Б})} = 0,0274$$

$$M(\text{Б}) = 35,5.$$

Следовательно, элемент **Б** – это хлор, соединение **Г** – хлороводород.

Другим вариантом бинарных соединений, проявляющих кислотные свойства, является сероводород, но он не способен растворять металлический цинк.

Определим элемент **А**. Обозначим искомое соединение в виде ACl_x , где x – степень окисления **А**. Тогда:

$$w(\text{Б}) = \frac{35,5x}{35,5x + M(\text{А})} = 0,7977$$

$$M(\text{А}) = 9x$$

При $x=1$, $M(\text{А}) = 9$, это бериллий, который расположен в другом периоде и не проявляет степени окисления +1.

При $x=2$, $M(\text{А}) = 18$, такого элемента нет.

При $x=3$, $M(\text{А}) = 27$, это алюминий, как и хлор находится в третьем периоде.

Следовательно **А** – алюминий, **В** – хлорид алюминия, AlCl_3

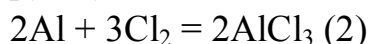
VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Выбор формулы ACl_x обусловлен тем, что все элементы 3 периода (за исключением Ar) образуют галогениды приведенной формулы.

При высоких температурах хлорид алюминия подвержен полному гидролизу:

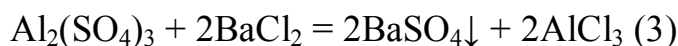


Самым простым способом получения безводного $AlCl_3$ является пропускание хлора через алюминиевую стружку:

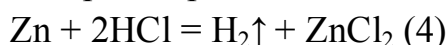


Существуют другие способы получения безводного хлорида алюминия (например, взаимодействие алюминия и сухого хлороводорода).

Раствор сульфата алюминия с последующим выделением его кристаллогидрата можно получить обменной реакцией между солями (включая стадии отделения осадка и выпаривания раствора). Однако этот способ не позволяет получить безводный хлорид алюминия:



Уравнение реакции цинка с раствором Г:



$$n(Zn) = 15/65 = 0,231 \text{ (моль)},$$

$$n(H_2) = n(Zn) = 0,231 \text{ (моль)}$$

$$V(H_2) = 0,231 * 22,4 = 5,2 \text{ (л)}$$

Разбалловка

| | |
|---|---------------|
| Установление формул вещества Г и элемента А | 2x2 б.=4 б. |
| Установление формулы вещества В и элемента Б | 3*0,5 = 1 б. |
| Написание уравнений реакций (1), (4) | 2x1 б. = 2 б. |
| Способы получения $AlCl_3$ (для способов, в результате которых получается кристаллогидрат по 0,5 балла) | 2x1 б. = 2 б. |
| Расчет количества выделившегося водорода | 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №9-5

1. Карналлит растворяют в дистиллированной воде.

Используем стаканчик и стеклянную палочку.

2. К полученному раствору при перемешивании добавляем раствор аммиака до появления характерного запаха. Образующийся осадок отфильтровываем и проверяем полноту осаждения (при добавлении нескольких капель раствора аммиака не должна образовываться муть). Если осаждение прошло не полностью, то операции осаждения и фильтрования повторяют. Полученный осадок промывают на фильтре дистиллированной водой.

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Используем стаканчики, воронки для фильтрования и фильтровальную бумагу.



3. Полученный фильтрат выливают в фарфоровую чашку и выпаривают до полного испарения воды. При этом возгоняется хлорид аммония и остается чистый кристаллический KCl.

4. Осадок с фильтра переносят в фарфоровую чашку и прокаливают в муфельной печи, при этом получают оксид магния.



Разбалловка

Подробное описание отдельных операций с написанием уравнений реакций* 4*2 б. = 8 б.

Указание посуды и оборудования на каждом шаге 4*0,5 б. = 2 б.

ИТОГО 10 б.

**Если в качестве осадителя использован гидроксид натрия, то стадию 2 и 3 следует оценивать в 1 балл.*

Задача №9-6

Общую формулу оксидов металлов можно записать в виде $\text{MO}_{n/2}$, где n – степень окисления металла

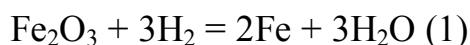
$$\begin{array}{r} \text{M}_2\text{O}_n + n\text{H}_2 = 2\text{M} + n\text{H}_2\text{O} \\ \underline{\quad 3,2 \quad} = \underline{\quad 1,344 \quad} = \underline{\quad 0,06 \quad} \\ \underline{2\text{M} + 16n} = \underline{22,4 \cdot n} = \underline{n} \\ 3,2n = 0,12\text{M} + 0,96n \\ \text{M} = 18,7n \end{array}$$

Если $n = 1$, то $\text{M} = 18,7$, F - неметалл

Если $n = 2$, то $\text{M} = 37,4$, нет таких металлов

Если $n = 3$, то $\text{M} = 56,1$, Fe

Таким образом, металл это железо, а оксид Fe_2O_3 :



При растворении в соляной кислоте образуется хлорид железа (II):



Это подтверждается расчетом:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 3,2/160 = 0,04$$

$$V(\text{H}_2) = 0,04 \cdot 22,4 = 0,896 \text{ л}$$

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Процесс восстановления железа из оксида имеет большое промышленное значение. Этот процесс лежит в основе получения стали и чугуна, имеющих широкое применение в различных отраслях промышленности (и не только).

В качестве восстановителей оксидов металлов используют:

- Углерод: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + 2\text{Cr}$;
- Монооксид углерода: $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$;
- Активные металлы (Al, Mg): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} = \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
- И другие.

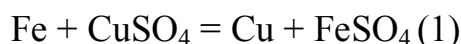
Разбалловка

| | |
|---|---------------|
| Определение металла | 3 б. |
| Написание уравнений реакций (1), (2) | 2x1 б. = 2 б. |
| Доказательство образования FeCl_2 | 1 б. |
| Промышленное значение восстановления железа | 1 б. |
| Восстановители оксидов с уравнениями реакций (если не приведены уравнения реакций – по 0,5 балла) | 3x1 б. = 3 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задания 10 класса

Задача №10-1

В результате реакции замещения железо ($M = 56$ г/моль) вытесняет из сульфата меди ($M = 160$ г/моль) металлическую медь ($M = 64$ г/моль), с образованием сульфата железа:



Пусть прореагировало x моль железа. Поскольку количества веществ эквивалентны, масса пластины по окончании опыта:

$$m = 100 - 56x + 64x = 102, \text{ откуда } x = 0,25 \text{ моль}$$

Массы прореагировавшего железа и осаждённой меди составляют:

$$m_{\text{Fe}} = 56 \cdot 0,25 = 14 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{Cu}} = 64 \cdot 0,25 = 16 \text{ (г)}$$

Масса полученного раствора равна:

$$m_{\text{р-ра}} = 250 + 14 - 16 = 248 \text{ (г)}$$

Масса сульфата меди в исходном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ (г)}$$

Находим массы сульфатов меди и железа в полученном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 50 - 160 \cdot 0,25 = 10 \text{ (г)}$$

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

$$m_{\text{FeSO}_4} = 152 \cdot 0.25 = 38 \text{ (г)}$$

Массовые доли растворённых веществ в полученном растворе:

$$\omega \% \text{ CuSO}_4 = (10/248) \cdot 100\% = 4 \%$$

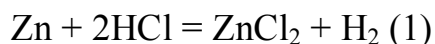
$$\omega \% \text{ FeSO}_4 = (38/248) \cdot 100\% = 15,3 \%$$

Разбалловка

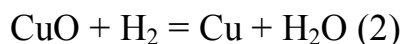
| | |
|---|---------------|
| Написание уравнения реакции (1) | 2 б. |
| Расчет массы прореагировавшего железа и осажденной меди | 2x1 б. = 2 б. |
| Расчет массы полученного раствора | 2 б. |
| Расчет массы CuSO ₄ и FeSO ₄ в растворе | 2x1 б. = 2 б. |
| Расчет массовых долей CuSO ₄ и FeSO ₄ | 2x1 б. = 2 б. |
| ИТОГО | 5 б. |

Задача №10-2

Цифрой 1 обозначен аппарат Киппа, который в данном случае используется для получения водорода по реакции:

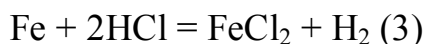


Цифрой 2 обозначен реактор, где происходит реакция восстановления оксида меди:



Цифрой 3 обозначена часть прибора, обеспечивающая связь с атмосферой, для выхода избытка водорода, водяного пара.

В результате протекания реакции восстановления образуется смесь меди и железа. При растворении в кислоте железо переходит в раствор:



Рассчитаем содержание железа в стали:

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}) = 0,25/64 = 0,0039 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuO}) = 0,0039 \cdot 80 = 0,31 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 2,00 - 0,31 = 1,69 \text{ г}$$

$$w(\text{Fe}) = 1,69/2,00 \cdot 100 = 84,5$$

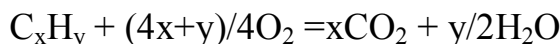
При добавлении щелочи образуется осадок гидроксида железа (II), который легко окисляется кислородом воздуха до гидроксида железа (III).



Разбалловка

| | |
|---------------------------------------|---------------|
| Описание каждой части прибора | 3x1 б. = 3 б. |
| Расчет содержания железа в смеси | 2 б. |
| Написание уравнений реакций (1) – (5) | 5x1 б. = 5 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №10-3



Найдем молярную массу изомеров: $D_{O_2} = M(C_nH_{2n})/M(O_2) = 2,19$;

$$M(C_nH_{2n}) = 2,19 \cdot 32 = 70 \text{ г/моль}$$

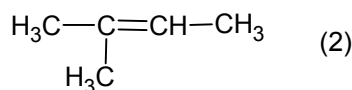
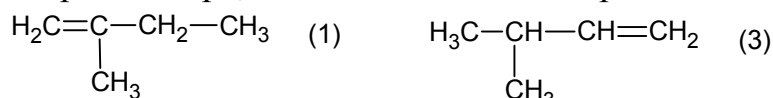
Из уравнения сжигания изомеров следует:

$$\frac{1,4}{70} = \frac{4,4}{44x} \rightarrow x = \frac{70 \cdot 4,4}{1,4 \cdot 44} = 5$$

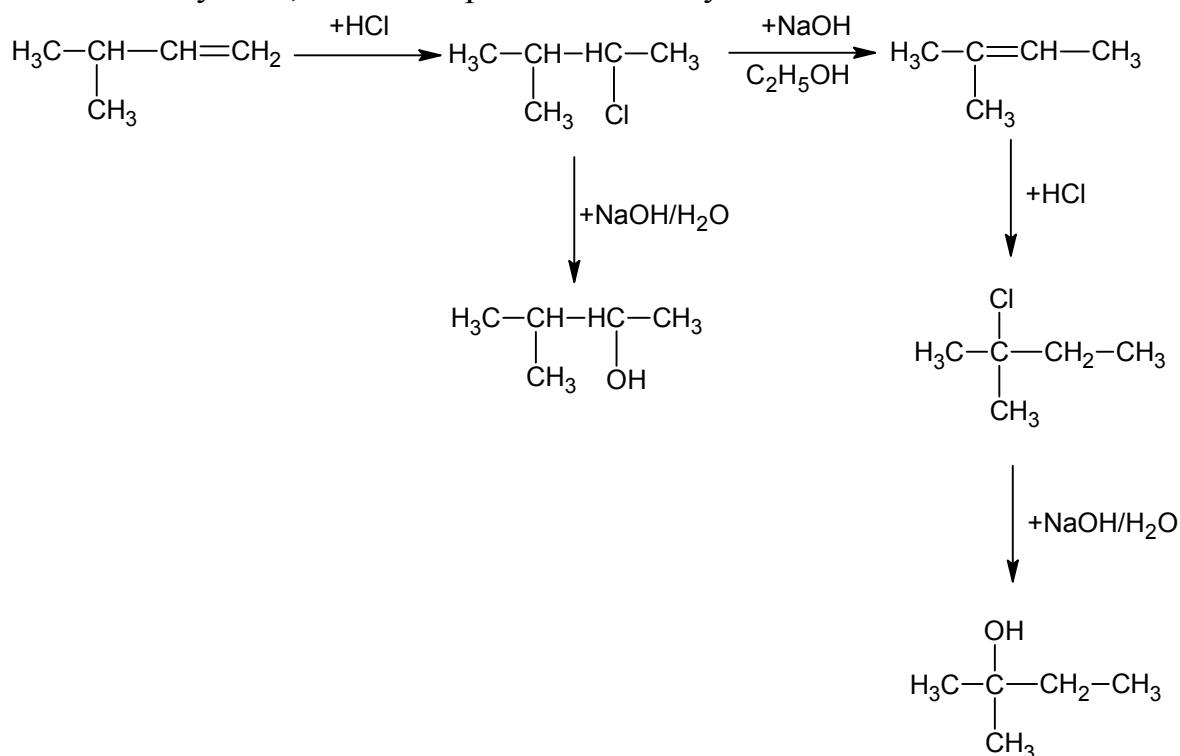
$$\frac{1,4}{70} = \frac{1,8}{18 \cdot 0,5y} \rightarrow y = \frac{70 \cdot 1,8}{1,4 \cdot 9} = 10$$

Получаем, что брутто-формула изомеров C_5H_{10}

Так как **F** – третичный спирт, а превращение между **A** и **B** не связаны с участием атомов углерода можно предположить, что **A** и **B** – это разветвленные алканы. Существует три изомера, отвечающих нашим требованиям:



Так как **F** – третичный спирт, значит соединение **B** – это изомер (1) или (2), то есть алкены с двойной связью у третичного атома углерода. Методом исключения получаем, что изомер **A** – 3-метилбутен-1



VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

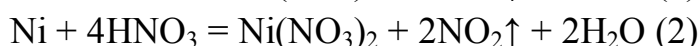
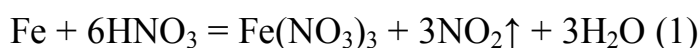
Правилами «противоположного действия» являются правило Марковникова, определяющее присоединение атома водорода к алкенам и правило Зайцева, определяющее отщепление атома водорода от галогенпроизводных и спиртов.

Разбалловка

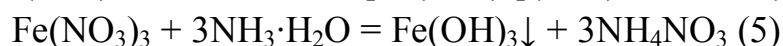
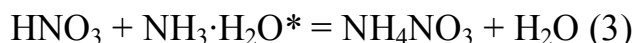
| | |
|---|-----------------|
| Определение брутто-формулы изомеров A и B | 2 б. |
| Определение строения изомеров A и B | 2*1 б. = 2 б. |
| Написание уравнений реакций соответствующих схеме | 5*1 б. = 5 б. |
| Указание на правила Марковникова и Зайцева | 2*0,5 б. = 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №10-4

Растворение в азотной кислоте сплава сопровождается образованием нитратов железа (III) и никеля:

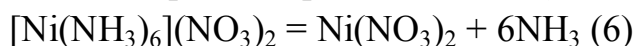


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение **A**) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение **B**):

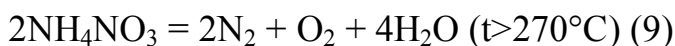
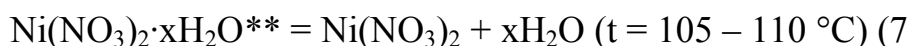


**При оценке работ записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и NH_4OH считать идентичными*

При выпаривании отфильтрованного раствора образуется смесь солей – нитрата аммония и кристаллогидрата нитрата никеля** (соединения **B** и **Г**).



При нагревании полученной смеси последовательно происходят следующие реакции – обезвоживание кристаллогидрата и разложение нитратов никеля и аммония:



***При оценке количество молекул кристаллизационной воды не является существенным, важно лишь указание на образование кристаллогидрата*



VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Согласно уравнениям (2), (8) и (10) из 1 моль никеля образуется 1 моль кристаллогидрата сульфата никеля, то есть:

$$n(\text{Ni}) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10,15/281 = 0,036 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = 0,036 \cdot 59 = 2,13 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}) = 2,13/4,95 \cdot 100 = 43,0\%$$

Разбалловка

| | |
|--|------------------|
| Определение веществ А – Г | 4*1 б. = 4 б. |
| Написание уравнений реакций (1) – (10) | 10*0,5 б. = 5 б. |
| Расчет массовой доли никеля в сплаве | 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

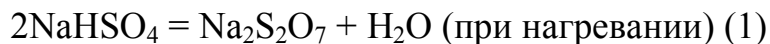
Задача №10-5

1. Определяем молекулярные формулы кислот **А**, **В** и **С**.

Так как **А** и **В** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **А**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$. Так как в условии задачи указано, что **А** – сильная кислота, следовательно **А** – серная кислота (молекулярная формула – H_2SO_4).

1.2. Для кислоты **В**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$. Возможно, простейшая формула кислоты **В** – HSO_4 . Можно предположить, что молекулярная формула вещества **В** – $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **А** легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **В**, то делаем предположение, что **В** – это $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты **С** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **Х** в кислоте: $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91$ (%).

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **С** разлагается на два бинарных вещества **Д** и **Е**, **Е** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

Найдем эти вещества: для неизвестного газа $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34$ (г/моль). Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это H_2S (сероводород).

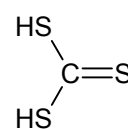
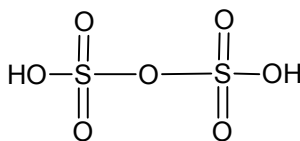
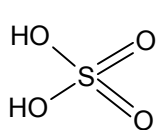
VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Второе бинарное соединение (Е) (так как нагревание происходит в отсутствии кислорода) содержит неизвестный элемент X. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество CS₂(сероуглерод), тогда кислота С – H₂CS₃(тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

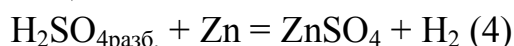
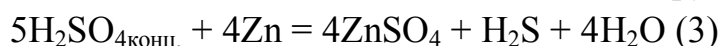


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

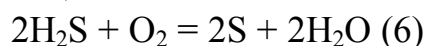
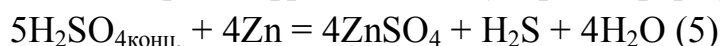


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

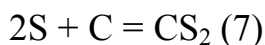


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: А → D → сера → E → оксид серы (IV) является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO₂ образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



Разбалловка

| | |
|--|-------------------|
| Определение веществ А – Е | 5x0,5 б. = 2,5 б. |
| Приведены структурные формулы для А, В, С | 3x0,5 б. = 1,5 б. |
| Определение молярной массы газа D | 0,5 б. |
| Уравнения реакций (1), (2) | 2x1 б. = 2 б. |
| Уравнения взаимодействия H ₂ SO ₄ с одним металлом, но с разными продуктами реакциями | 2x0,5 б. = 1 б. |
| Пояснение особенности различного взаимодействия H ₂ SO ₄ в зависимости от концентрации | 0,5 б. |
| Уравнения реакций (5) – (8) | 4x0,5 б. = 2 б. |
| ИТОГО: | 10 б. |

Задача №10-6

Рассчитаем молярные массы углеводородов

$$M_1 = D_1 M(\text{CH}_4) = 1,625 \cdot 16 = 26 \text{ г/моль,}$$

$$M_2 = D_2 M(\text{CH}_4) = 4,875 \cdot 16 = 78 \text{ г/моль.}$$

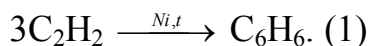
По молярным массам определяем n :

$$M(\text{CH}) = 13 \text{ г/моль}$$

$$\text{тогда } n = \frac{M_1}{M(\text{CH})} = \frac{26}{13} = 2 \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 - \text{ацетилен,}$$

$$n = \frac{M_2}{M(\text{CH})} = \frac{78}{13} = 6 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 - \text{бензол.}$$

Образование бензола из ацетилена идёт по уравнению:



Разбалловка

| | |
|---|---------------|
| Определение молярных масс углеводородов | 2x1 б. = 2 б. |
| Вычисление молярной массы СН-группы | 1 б. |
| Определение формул углеводородов | 2x2 б. = 4 б. |
| Уравнение реакции (1) | 3 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задания 11 класса

Задача №11-1

Согласно уравнению нитрования бензола:



можно считать количества веществ равными (они все эквивалентны).

Пусть прореагировало x моль азотной кислоты ($M=63\text{г/моль}$) и образовалось x моль нитробензола ($M=123\text{г/моль}$) и x моль воды ($m=18\text{г/моль}$). Тогда массы азотной кислоты и воды равны соответственно $63x$ и $18x$. Масса оставшегося раствора:

$$m = 635 - 63x + 18x = 635 - 45x$$

В исходной нитрующей смеси азотной кислоты содержалось:

$$m_{\text{HNO}_3} = 635 \cdot 0,2 = 127 \text{ (кг)}$$

В оставшемся растворе:

$$m_{\text{HNO}_3} = 127 - 63x \text{ (кг)}, \text{ что составляет } 2\% (\omega=0,02), \text{ тогда} \\ (127-63x)/(635-45x)=0,02, \text{ откуда } x=1,84 \text{ (кмоль)}$$

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

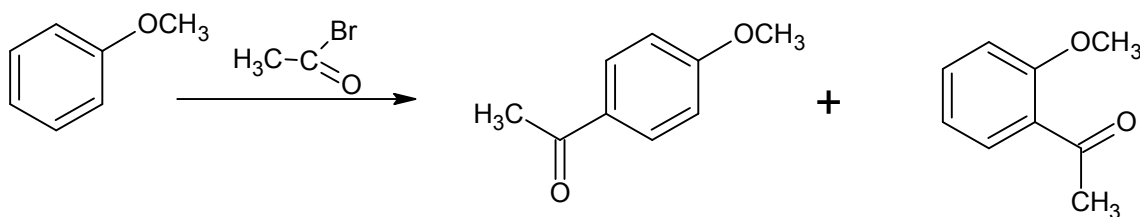
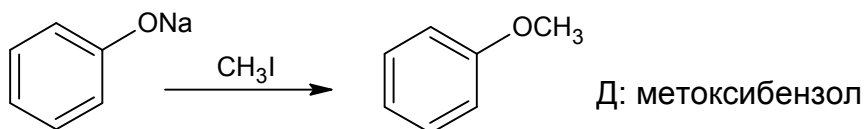
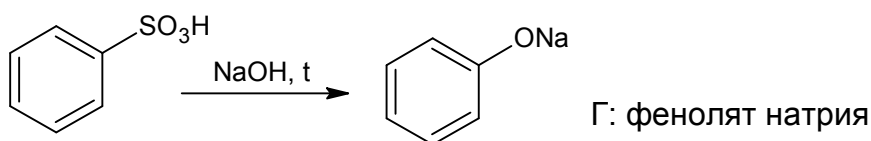
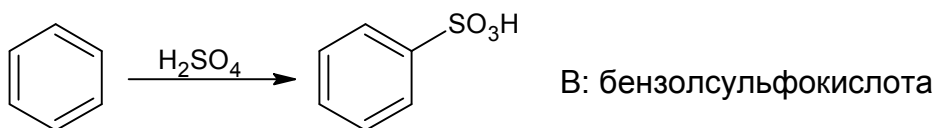
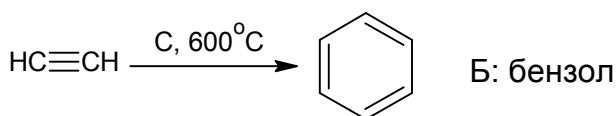
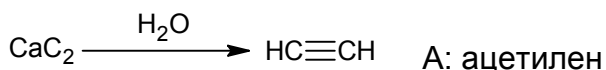
Следовательно, нитробензола образовалось:

$$m_{\text{НБ}} = 123 \cdot 1,84 = 226 \text{ (кг)}$$

Разбалловка

| | |
|---|--------------|
| Уравнение реакции (1) | 2 б. |
| Составление уравнения, определяющего массу оставшегося раствора | 2 б. |
| Составление уравнения, определяющего массу оставшейся азотной кислоты | 2 б. |
| Расчет количества прореагировавшей азотной кислоты | 2 б. |
| Расчет массы полученного нитробензола | 2 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

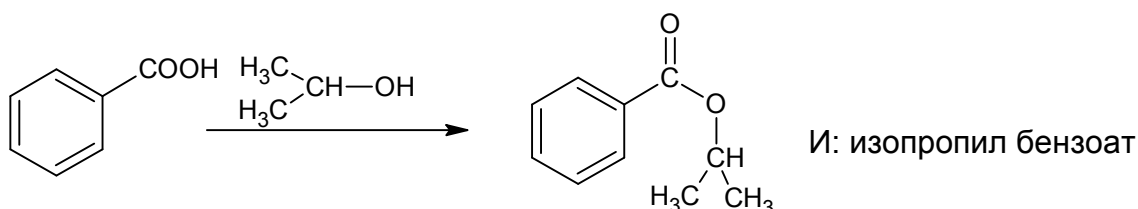
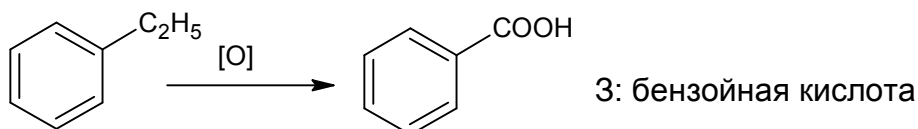
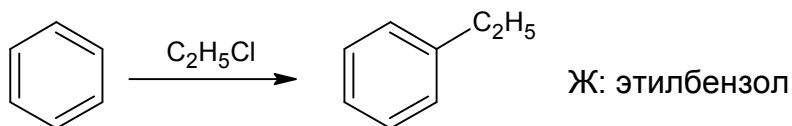
Задача №11-2



Е¹: (4-метоксифенил)этанон

Е²: (2-метоксифенил)этанон

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

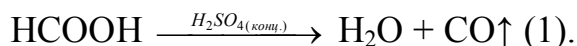


Разбалловка

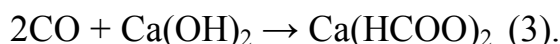
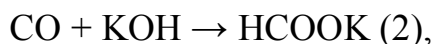
| | |
|---------------------------|------------------|
| Структурные формулы А – И | 10x0,5 б. = 5 б. |
| Названия веществ А – И | 10x0,5 б. = 5 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №11-3

Образование оксида углерода (+2) при обезвоживании метановой (муравьиной) кислоты концентрированной серной кислотой идёт по уравнению реакции

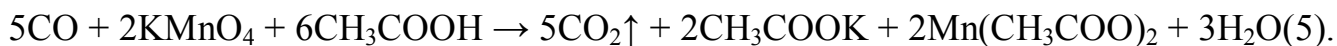


Взаимодействие с основаниями, приводит к образованию солей:



Образуются **формиаты** калия и кальция.

Проиллюстрируем восстановительные свойства CO на двух примерах:

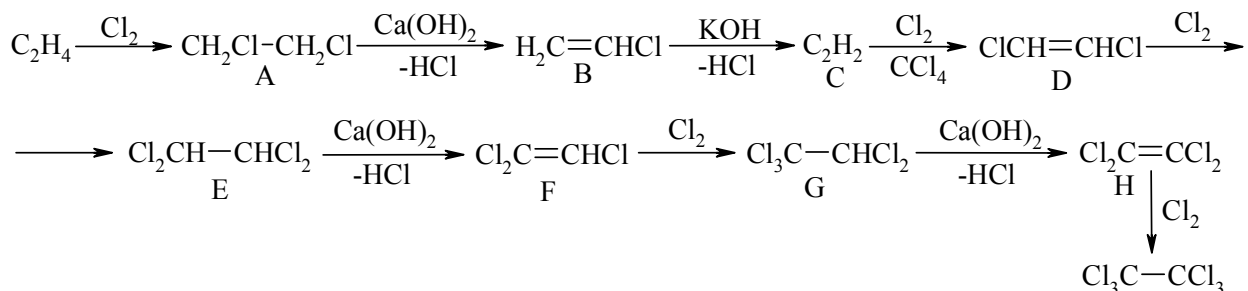


Разбалловка

| | |
|--|---------------|
| Написание уравнений (1), (4) | 2x2 б. = 4 б. |
| Написание уравнений (2), (3) | 2x1 б. = 2 б. |
| Написание уравнения (5) | 1x3 б. = 3 б. |
| Указание названия образующихся солей - формиатов | 2x0,5 = 1 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Задача №11-4



Разбалловка

Каждое из уравнений реакций ведущее к конечному соединению оценивается в 1,1 балл, за исключением последнего уравнения $\text{G} \rightarrow \text{C}_2\text{Cl}_6$, которое оценивается в 1,2 балла

8x1,1 б.= 8,8 б.

1x1,2 б.= 1,2 б.

Итого: 10 баллов

Если среди уравнений присутствуют реакции, не относящиеся к галогенированию/дегалогенированию, то каждая реакция оценивается в 0,5 баллов, за исключением реакций не относящихся к галогенированию/дегалогенированию

Если среди уравнений присутствует реакция, ведущая к тупику, то каждая реакция оценивается в 0,75 баллов, за исключением «тупиковой» реакции и последующих

ИТОГО

10 б.

Задача №11-5

Бурый газ **Б** – это оксид азота NO_2 , который может выделяться только при разложении нитрата. Следовательно, соль **А** – это нитрат металла, а твердый остаток **В** – это либо металл, либо его оксид. В этих случаях разложение нитратов приводит к выделению смеси газов – диоксида азота и кислорода, но по условию задачи кислород не выделялся. Значит, выделившийся кислород был израсходован на окисление оксида металла. Такому условию удовлетворяет только нитрат марганца (II).

При его разложении будет образовываться не MnO , а MnO_2 , который при растворении в соляной кислоте даст хлор – желто-зеленый газ **Г**, а образовавшийся хлорид марганца (II) **Д** окрасит раствор в бледно-розовый цвет.

VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

Проверим это расчетами:



$$n(\text{NO}_2) = pV/RT = 101325 \cdot 4,89 \cdot 10^{-3} / 8,314 \cdot 298 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

По уравнению (1) $n(\text{Mn}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{MnO}_2) = 0,5n(\text{NO}_2) = 0,1 \text{ моль.}$

По уравнению (2) $n(\text{Cl}_2) = n(\text{MnO}_2) = 0,1 \text{ моль.}$

Тогда $M(\text{нитрата}) = 35,8 / 0,1 = 179 \text{ г/ моль.}$

$M(\text{Me}) = 179 - 2 \cdot (14 + 3 \cdot 16) = 55 \text{ г/моль}$ – это марганец.

При пропускании хлора через холодный раствор щелочи происходит его диспропорционирование по уравнению:



$$n(\text{KOH}) = 168 \cdot 0,2 / 56 = 0,6 \text{ моль}$$

По уравнению (3) израсходуется $n(\text{KOH}) = n(\text{NO}_2) = 0,2 \text{ моль}$, останется в растворе $0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ моль.}$

При этом образуются $n(\text{KNO}_2) = n(\text{KNO}_3) = 0,1 \text{ моль.}$

$$m(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_2) = 85 \cdot 0,1 = 8,5 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0,1 = 10,1 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{раствора KOH}) + m(\text{NO}_2) = 168 + 0,2 \cdot 46 = 177,2 \text{ г}$$

$$w(\text{KOH}) = 22,4 / 177,2 = 0,126 \text{ (12,6\%)}$$

$$w(\text{KNO}_2) = 8,5 / 177,2 = 0,048 \text{ (4,8\%)}$$

$$w(\text{KNO}_3) = 10,1 / 177,2 = 0,057 \text{ (5,7\%)}$$

Разбалловка

| | |
|---|-----------------|
| Определение формулы соли А (при отсутствии расчетов – 1 б.) | 2 б. |
| Определение формул веществ Б – Д | 4x0,5 б. = 2 б. |
| Уравнения реакций (1) – (3) | 3x1 б. = 3 б. |
| Установление состава раствора Е | 1 б. |
| Расчет массовых долей веществ в растворе Е | 2 б. |
| ИТОГО | 10 б. |

Задача №11-6

1. Определяем молекулярные формулы кислот **A**, **B** и **C**.

Так как **A** и **B** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **A**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$. Так как в условии задачи указано, что **A** – сильная кислота, следовательно **A** – серная кислота (молекулярная формула – H_2SO_4).

1.2. Для кислоты **B**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$. Возможно, простейшая формула кислоты **B** – HSO_4 . Можно предположить, что молекулярная формула вещества **B** – $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **A** легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **B**, то делаем предположение, что **B** – это $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты **C** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **X** в кислоте: $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91$ (%).

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **C** разлагается на два бинарных вещества **D** и **E**, **E** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

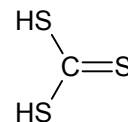
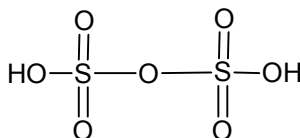
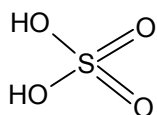
Найдем эти вещества: для неизвестного газа $M(\text{D}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34$ (г/моль). Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это H_2S (сероводород).

Второе бинарное соединение (**E**) (так как нагревание происходит в отсутствие кислорода) содержит неизвестный элемент **X**. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество CS_2 (сероуглерод), тогда кислота **C** – H_2CS_3 (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).



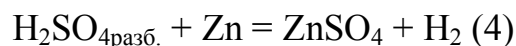
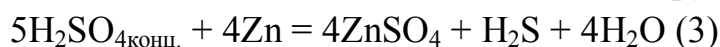
Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:



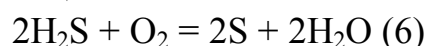
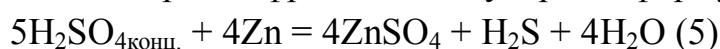
VIII Олимпиада по химии «Юные Таланты». Первый (отборочный) этап
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ИТОГОВОГО ТУРА

2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

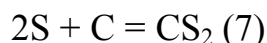


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: А → D → сера → E → оксид серы (IV) является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO₂ образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



Разбалловка

| | |
|--|-------------------|
| Определение веществ А – Е | 5x0,5 б. = 2,5 б. |
| Приведены структурные формулы для А, В, С | 3x0,5 б. = 1,5 б. |
| Определение молярной массы газа D | 0,5 б. |
| Уравнения реакций (1), (2) | 2x1 б. = 2 б. |
| Уравнения взаимодействия H ₂ SO ₄ с одним металлом, но с разными продуктами реакциями | 2x0,5 б. = 1 б. |
| Пояснение особенности различного взаимодействия H ₂ SO ₄ в зависимости от концентрации | 0,5 б. |
| Уравнения реакций (5) – (8) | 4x0,5 б. = 2 б. |
| ИТОГО: | 10 б. |