

Критерии и методика оценивания выполненных олимпиадных заданий
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА
возрастной группы (10 класс) муниципального этапа всероссийской
олимпиады школьников по химии
2021-2022 учебный год

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (10 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 50 баллов.

ЗАДАНИЕ 10.1. (Источник – муниципальный этап ВОШХ 2020-21 учебный год Липецкая область)

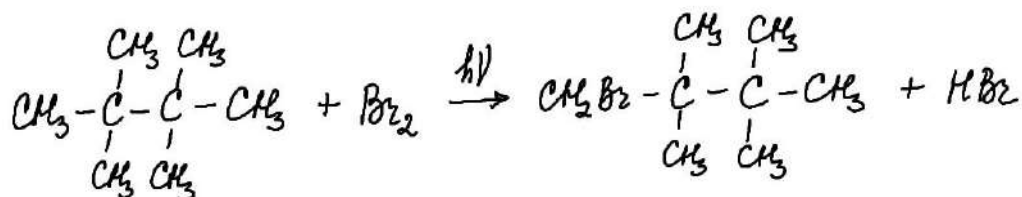
Органическое вещество массой 5,7 г сожгли в избытке кислорода и получившуюся смесь продуктов реакции последовательно пропустили через трубку с оксидом фосфора (V) и гидроксидом калия. Масса трубки с оксидом фосфора (V) увеличилась на 8,1 г, а трубки с гидроксидом калия – на 17,6 г. Плотность по аргону исходного углеводорода составляет 2,85.

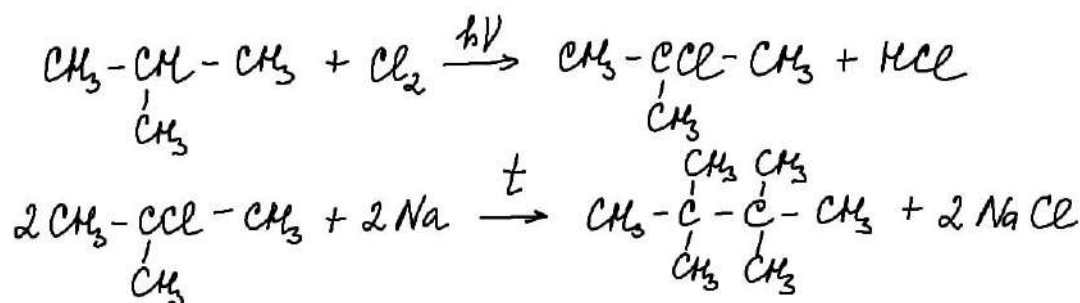
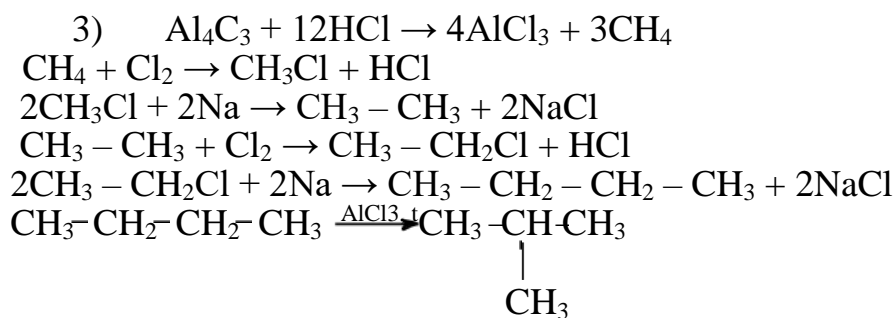
- 1) Определите молекулярную формулу вещества.
- 2) Напишите структурную формулу этого вещества, если известно, что в результате его взаимодействия с бромом на свету образуется только одно монобромпроизводное. Напишите уравнение реакции бромирования. Назовите исходное вещество и продукт реакции.
- 3) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить исходное органическое вещество, исходя из карбида алюминия.

РЕШЕНИЕ:

1) Трубка с оксидом фосфора (V) поглощает воду, => масса получившейся при горении вещества воды 8,1 г.
 $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 8,1 / 18 = 0,45$ моль, => $\nu(\text{H}) = 0,9$ моль $m(\text{H}) = 0,9 \cdot 1 = 0,9$ г
 Трубка со щелочью поглощает углекислый газ, => $\nu(\text{CO}_2) = 17,6 / 44 = 0,4$ моль, => $\nu(\text{C}) = 0,4$ моль $m(\text{C}) = 0,4 \cdot 12 = 4,8$ г
 $m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0,9 + 4,8 = 5,7$ г – равна массе вещества по условию задачи, => - это углеводород
 $\nu(\text{C}):\nu(\text{H})=0,4:0,9=4:9=8:18$
 $M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114$ г/моль
 Из условия =>, что $M(\text{в-ва}) = 2,85 \cdot 40 = 114$ г / моль, => молекулярная формула вещества
 C_8H_{18}

- 2) Из всех изомеров состава C_8H_{18} только **2,2,3,3-тетраметилбутан** в реакции бромирования даст один продукт – **1-бром-2,2,3,3-тетраметилбутан**:





Оценка задания.

1.	Вывод молекулярной формулы с доказательством, что данное вещество – углеводород	2 балла
2.	Структурная формула вещества	1 балл
3.	Уравнение реакции бромирования	1 балл
4.	Названия углеводорода и продукта бромирования	2 балла
5.	Каждое уравнение по 0,5 балла	4 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 10.2. (Источник – муниципальный этап ВОШХ 2020-21 учебный год Ульяновская область)

В 1777 году К. Ф. Венцель (1740-1793) опубликовал книгу «Учение о сродстве», в которой привел результаты анализа 200 солей различных типов. При исследовании взаимодействия магнезии с раствором серной кислоты К. Ф. Венцель установил, что при добавлении 120,0 гран магнезии (минерал магнезит) к 240 грамам раствора серной кислоты, 20,0 гран магнезии не растворилось. После упаривания раствора было получено 356 гранов твердого остатка.

Определите:

- 1) состав полученного твердого остатка,
- 2) массовую долю серной кислоты, использованной Венцелем,
- 3) массу раствора по завершению реакции.

РЕШЕНИЕ:

В 18 веке магнезией называли MgCO_3 .
33-Владимирская область

Заменим при решении задачи устаревшую единицу массы – гран на грамм.

Соотношения между массами реагентов от этого не изменятся.

В реакцию вступило $120 - 20 \text{ г} = 100 \text{ г}$

Венцель провел реакцию



$$n(\text{MgCO}_3) = \frac{100 \text{ г}}{84 \text{ г/моль}} = 1,19 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,19 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 116,6 \text{ г} \quad m(\text{MgSO}_4) = 1,19 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 142,8 \text{ г} \\ m(\text{CO}_2) = 1,19 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 52,4 \text{ г}$$

Поскольку Венцель упаривал раствор, а масса твердого остатка $356 \text{ г} > 142,8 \text{ г}$, очевидно, что он получил кристаллогидрат.

На долю воды в кристаллогидрате приходится $356 - 142,8 = 213,2 \text{ г}$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{213,2 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 11,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{MgSO}_4) = 11,8 : 1,19 = 10$$

Таким образом, формула кристаллогидрата $\text{MgSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Поскольку магнезия была в избытке, серная кислота прореагировала полностью, следовательно $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 116,6 \text{ г} / 240 = 0,484$ (48,4%)

$$m(\text{р-ра после реакции}) = 240 \text{ г} + 100 \text{ г} - 52,4 \text{ г} = 287,6 \text{ г}$$

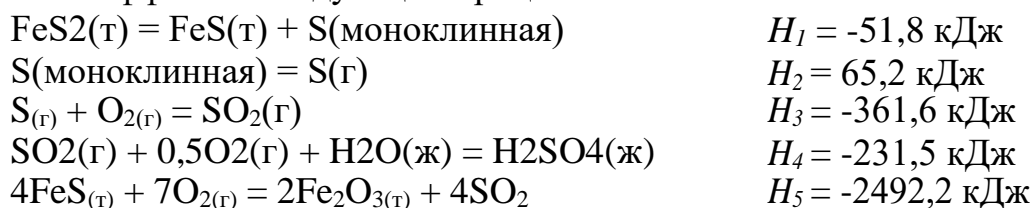
Оценка задания.

1.	За уравнение реакции	2 балла
2.	За расчет количества вещества карбоната магния	1 балл
3.	За расчет масс продуктов реакции	2 балла
4.	За установление состава твердого остатка	3 балла
5.	За расчет массовой доли серной кислоты	1 балл
6.	За расчет массы раствора	1 балл
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – **10 баллов**.

ЗАДАНИЕ 10.3. (Источник – муниципальный этап олимпиады 2019-20 учебного года Липецкой области)

Серную кислоту в промышленности до середины 20 века в основном получали из серы, реже из сероводорода и совсем редко из пирита. На основе тепловых эффектов следующих процессов:



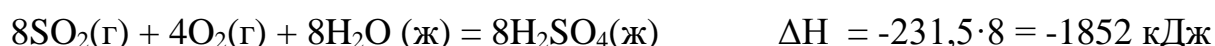
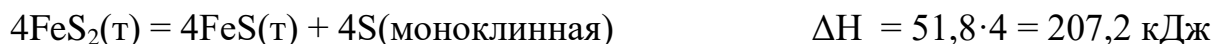
Составьте суммарное уравнение образования серной кислоты из пирита. Вычислите энтальпию образования 1 моль серной кислоты из пирита. Объясните, почему в последние годы серную кислоту из пирита практически не производят.

РЕШЕНИЕ:

Суммарное уравнение образования серной кислоты из пирита



может быть представлено как сумма следующих процессов:



$$\Delta H_{\text{сумм.}} = 207,2 + (-2492,2) + (-260,8) + (-1444,4) + (-1852) = -5842,2 \text{ (кДж)}$$

В последние годы серную кислоту практически не производят из пирита, поскольку он, как правило, содержит значительные примеси мышьяка, загрязняющего окружающую среду. Кроме того, при обжиге пирита образуется значительное количество твердых отходов (пиритных огарков).

Оценка задания.

1.	За составление суммарного уравнения образования серной кислоты	4 балла
2.	За расчет теплового эффекта	3 балла
3.	За объяснение исключения пирита из возможного сырья	3 балла
Итого:		10 баллов

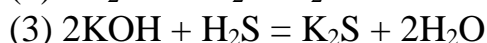
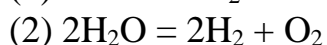
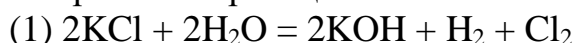
Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 10.4. (Авторы - Дацук Е.А., Степенин А.А.)

186,25 г 16%-го раствора хлорида калия подвергли электролизу (с инертными электродами). Процесс прекратили, когда на катоде выделилось 13,44 л (при н. у.) газа. Через оставшийся раствор пропустили сероводород, при этом в конечном растворе общее число атомов калия и серы оказалось равным $3,311 \cdot 10^{23}$. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе.

РЕШЕНИЕ:

1. Уравнения реакций



2. Вычисления количества исходных веществ

$$m(\text{KCl}) = m_{\text{р-ра}}(\text{KCl}) \cdot \omega(\text{KCl}) = 186,25 \cdot 0,16 = 29,8 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl}) = m / M = 29,8 / 74,5 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = V / V_M = 13,44 / 22,4 = 0,6 \text{ моль}$$

3. Вычисления массы веществ в конечном растворе

$$n_1(\text{H}_2) = 1/2n(\text{KCl}) = 0,2 \text{ моль} < 0,6 \text{ моль} \Rightarrow \text{шел электролиз воды}$$

$$n_2(\text{H}_2) = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) = n(\text{KCl}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{K} + \text{S}) = N / N_A = 3,311 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,55 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}) = n(\text{KOH}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{S}) = 0,55 - 0,4 = 0,15 \text{ моль} = n(\text{H}_2\text{S})$$

$n(\text{KOH}) : n(\text{H}_2\text{S}) = 0,4 : 0,15 = 2,667 : 1 \Rightarrow \text{KOH}$ хватает для образования средней соли

$$n(\text{K}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 110 = 16,5 \text{ г}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{KOH}) = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ г}$$

4. Вычисление массовых долей веществ

$$m(\text{p-ра}) = m_{\text{p-ра}}(\text{KCl}) - m(\text{Cl}_2) - m_1 + 2(\text{H}_2) - m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{S})$$

$$m(\text{p-ра}) = 186,25 - 0,2 \cdot 71 - 0,6 \cdot 2 - 0,2 \cdot 32 + 0,15 \cdot 34 = 169,55 \text{ г}$$

$$\omega(\text{K}_2\text{S}) = 16,5 / 169,55 \cdot 100\% = 9,73\%$$

$$\omega(\text{KOH}) = 5,6 / 169,55 \cdot 100\% = 3,3\%$$

Оценка задания.

1.	Уравнения реакций	3 балла
2.	Вычисление количества исходных веществ	2 балла
3.	Вычисление массы веществ в конечном растворе	3 балла
4.	Вычисление массовых долей веществ	2 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 10.5. (Источник – муниципальный этап ВОШХ 2019-20 учебный год Республика Крым)

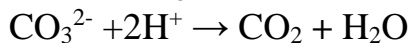
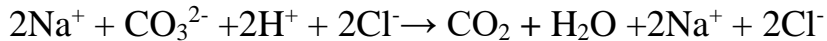
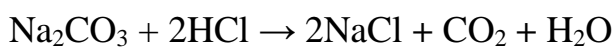
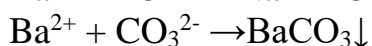
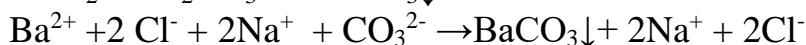
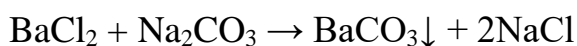
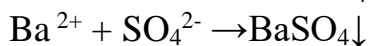
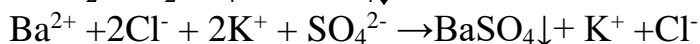
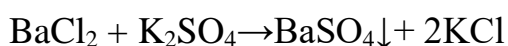
В четырех пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида бария, карбоната натрия, сульфата калия и хлороводородная кислота. В Вашем распоряжении имеется необходимое число пустых пробирок. Не пользуясь никакими другими реактивами, определите содержимое каждой из пробирок. Составьте таблицу возможных попарных взаимодействий веществ. Напишите уравнения реакций в молекулярном, ионном (полном и сокращенном) видах. Укажите признаки реакций.

РЕШЕНИЕ:

	BaCl ₂	Na ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	HCl
BaCl ₂	X	1-выпадает осадок белого цвета	2-выпадает осадок белого цвета	без изменений

Na ₂ CO ₃	3-выпадает осадок белого цвета	X	без изменений	4-выделяется газ без цвета и запаха
K ₂ SO ₄	5-выпадает осадок белого цвета	без изменений	X	без изменений
HCl	без изменений	6-выделяется газ без цвета и запаха	без изменений	X

Уравнения реакций:



Оценка задания.

1.	За составление таблицы	1 балл
2.	За каждый правильно указанный признак – по 0,5 балла	3 балла
3.	За каждое правильно составленное уравнение в молекулярном – 1 балл	3 балла
4.	За каждое правильно составленное полное ионное уравнение – 0,5 балла	1,5 балла
5.	За каждое правильно составленное сокращенное ионное уравнение – 0,5 балла	1,5 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.