

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 (9 класс) муниципального этапа всероссийской
олимпиады школьников по химии

2021-2022 учебный год

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (9 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 50 баллов.

ЗАДАНИЕ 9.1. (Источник – муниципальный этап олимпиады 2019-20 учебного года Архангельской области)

На окисление 7,6 г смеси лития и натрия израсходовано 3,92 л (н.у.) кислорода. Полученную смесь растворили в 80 г 24,5%-ного раствора серной кислоты. Каковы массовые доли веществ в образовавшемся растворе? (Считайте, что при окислении натрия получился один продукт).

РЕШЕНИЕ:

Уравнения реакций

- 1) $4\text{Li} + \text{O}_2 = 2\text{Li}_2\text{O}$
- 2) $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$
- 3) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$.

Следовательно, в растворе могут остаться сульфаты лития и натрия, пероксид водорода и, возможно, избыток серной кислоты.

Обозначим за $x = n(\text{Li})$; $y = n(\text{Na})$. Тогда $m(\text{Li}) = 7x$; $m(\text{Na}) = 23y$.
по уравнениям 1-2 $n_1(\text{O}_2) = 0,25x$ $n_2(\text{O}_2) = 0,5y$.

Общее количество вещества кислорода $n_{\text{общ}}(\text{O}_2) = 3,92\text{ л} : 22,4\text{ л/моль} = 0,175\text{ моль}$.

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 7x + 23y = 7,6 \\ 0,25x + 0,5y = 0,175, \text{ решение, которой дает } x = 0,1; y = 0,3. \end{cases}$$

По уравнениям 1-2 :

$$n(\text{Li}_2\text{O}) = 0,05\text{ моль}, m(\text{Li}_2\text{O}) = 0,05\text{ моль} \cdot 30\text{ г/моль} = 1,5\text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,15\text{ моль}, m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,15\text{ моль} \cdot 78\text{ г/моль} = 11,7\text{ г}.$$

В растворе серной кислоты:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 80 \cdot 0,245 = 19,6\text{ г}; n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6\text{ г} : 98\text{ г/моль} = 0,2\text{ моль}.$$

Следовательно, избытка кислоты нет.

По уравнениям 3-4:

$$n(\text{Li}_2\text{SO}_4) = n(\text{Li}_2\text{O}) = 0,05\text{ моль}; m(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 0,05\text{ моль} \cdot 110\text{ г/моль} = 5,5\text{ г};$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,15$$

$$\text{моль}; m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,15\text{ моль} \cdot 142\text{ г/моль} =$$

$$21,3\text{ г} \quad m(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,15\text{ моль} \cdot 34\text{ г/моль} = 5,1$$

г.

Масса конечного раствора складывается из массы раствора серной кислоты и масс оксида лития и пероксида натрия: $m_{\text{р-ра}} = 80 + 1,5 + 11,7 = 93,2\text{ г}$.

Массовые доли веществ:

$(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 5,5 : 93,2 = 0,059$ или 5,9%
 $(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 21,3 : 93,2 = 0,228$ или 22,8%
 $(\text{H}_2\text{O}_2) = 5,1 : 93,2 = 0,547$ или 5,47%.

Оценка задания.

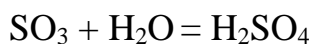
1.	За уравнения реакций 1-4 по 1 баллу	4 балла
2.	За вычисление количества вещества металлов	2 балла
3.	За вычисление количества вещества серной кислоты	0,5 балла
4.	За вычисление масс веществ в конечном растворе по 0,5 баллов	1,5 балла
5.	За вычисление массы конечного раствора	1 балл
6.	За вычисление массовых долей веществ в конечном растворе	1 балл
Итого:		10 баллов

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

ЗАДАНИЕ 9.2. (Источник - <https://chemi29.jimdofree.com/>)

Какую массу воды следует добавить к 300 г олеума, содержащего 40% серного ангидрида, чтобы получить водный раствор с массовой долей серной кислоты 70%?

РЕШЕНИЕ:



Из условия задачи следует, что масса серного ангидрида, содержащегося в олеуме, составляет:

$$m(\text{SO}_3) = 300 \cdot 0,4 = 120 \text{ г.}$$

Его количество вещества, соответственно, равно:

$$v(\text{SO}_3) = 120 \text{ г} / 80 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ моль.}$$

Проведя аналогичные вычисления для серной кислоты, получаем, что

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 300 \cdot 0,6 = 180 \text{ г.}$$

$$\text{Количество вещества } v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 180 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 1,837 \text{ моль.}$$

Пусть для получения водного раствора с массовой долей серной кислоты 70% необходимо добавить x грамм воды. Тогда масса образовавшегося раствора составит $(300 + x)$ грамм. Очевидно, что в образовавшемся растворе весь серный ангидрид превратился в серную кислоту, ее суммарное количество при этом составило $1,5 + 1,837 = 3,337$ моль, а масса равна $3,337 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 327 \text{ г.}$

Учитывая, что $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7 = 327 / (300 + x)$, получаем, что $x = 167,14 \text{ г.}$

Оценка задания.

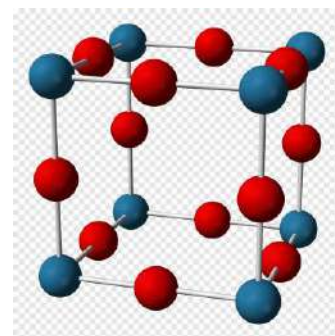
1.	Уравнение реакции	1 балл
2.	Вычисление массы серного ангидрида	1 балл

3.	Вычисление количества вещества серного ангидрида	1 балл
4.	Вычисление массы серной кислоты	1 балл
5.	Вычисление количества вещества серной кислоты	1 балл
6.	Вычисление суммарного количества и массы серной кислоты в образовавшемся растворе	2 балла
7.	Вычисление массы воды, которую следует добавить	3 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 9.3. (Автор Курамшин Б.Ш.)

На рисунке изображена структура оксида металла М. Масса М в оксиде в 3,88 раз больше массы кислорода.



1. Сколько атомов М и О в одной ячейке?
2. Определите металл М и формулу оксида.
3. Рассчитайте параметр ячейки оксида, если плотность оксида равна 7.43 г/см^3 .

РЕШЕНИЕ:

1. В соответствии с рисунком $M - 8 \frac{1}{8} = 1$
2. $O - 12 \frac{1}{4} = 3$
3. MO_3
4. $3,88 = \frac{M}{3M(O)} = \frac{M}{48} \Rightarrow 3,88 \cdot 48 = 186,2 \Rightarrow Re$
5. ReO_3 – структурный тип ReO_3
6. Рассчитаем параметр ячейки для кубической решетки

$$\rho = \sqrt[3]{\frac{M \cdot z}{N_A \cdot a^3}} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{M \cdot z}{N_A \cdot \rho}} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{234,2 \cdot 1}{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 7,43}} = 3,74 \cdot 10^{-8} \text{ (см}^3\text{)}$$

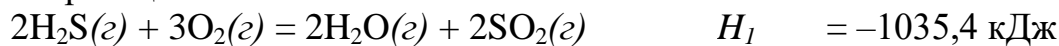
Оценка задания.

1.	Определение атомов М в одной ячейке	2 балла
2.	Определение атомов О в одной ячейке	2 балла
3.	Определение металла М	2 балла
4.	Определение формулы оксида	2 балла
5.	Расчет параметра ячейки оксида	2 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 9.4. (Источник – муниципальный этап олимпиады 2019-20 учебного года Липецкой области)

Получение серной кислоты в промышленности возможно из серы и отходов нефтепереработки, содержащих сероводород. На основе тепловых эффектов реакций



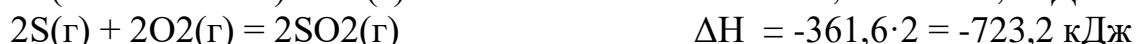
Запишите суммарные уравнения образования серной кислоты из серы и из сероводорода. Рассчитайте тепловой эффект образования 1 моль серной кислоты из каждого вида сырья.

РЕШЕНИЕ:

1) Суммарное уравнение образования серной кислоты из серы

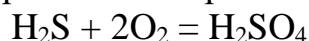


может быть представлено как сумма следующих процессов:



$$\Delta H_{\text{сумм.}} = 130,4 + (-723,2) + (-550) = -1142,8 \text{ (кДж)}$$

2) Суммарное уравнение образования серной кислоты из сероводорода



может быть получено как сумма следующих процессов:



$$\Delta H_{\text{сумм.}} = -517,7 + (-275) = -792,7 \text{ (кДж)}$$

Оценка задания.

1.	За составление суммарного уравнения образования серной кислоты из серы	2 балла
2.	За расчет теплового эффекта	3 балла
3.	За составление суммарного уравнения образования серной кислоты из сероводорода	2 балла
4.	За расчет теплового эффекта	3 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 9.5. (Гимназическая химическая олимпиада школьников 2005/06 учебный год)

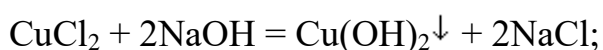
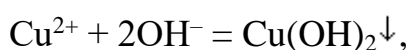
Юный химик, проводя анализ бесцветного раствора, не содержащего осадка, определил наличие в этом растворе следующих ионов: Na^+ , Cu^{2+} , H^+ , Fe^{3+} , NO_3^- , OH^- , Cl^- . Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций, показывающие, какие ошибки допустил юный химик, обоснуйте каждую ошибку.

РЕШЕНИЕ:

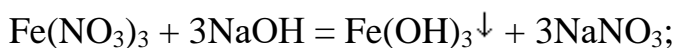
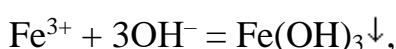
1) Из-за наличия ионов Cu^{2+} и Fe^{3+} раствор не м.б. бесцветным

В растворе не могут одновременно существовать следующие пары ионов:

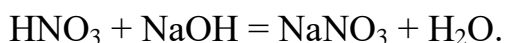
2) Cu^{2+} и OH^- , т.к. при их взаимодействии выпадает осадок гидроксида меди(II):



3) Fe^{3+} и OH^- , т.к. при их взаимодействии выпадает осадок гидроксида железа(III):



4) H^+ и OH^- , т.к. при их взаимодействии образуется слабый электролит вода:



Оценка задания.

1.	Обнаружение и обоснование 4-х ошибок	4 балла
2.	Написание ионных уравнений реакций	3 балла
3.	Написание молекулярных уравнений реакций	3 балла
Итого:		10 баллов

Максимальная оценка за правильно выполненное задание – 10 баллов.