

Критерии и методика оценивания выполненных олимпиадных заданий

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ**

**КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО
ТУРА**

**возрастной группы (9 класс) муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников по химии
2025/2026 учебный год**

Максимальная оценка результатов участника возрастной группы (9 класс) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать **(50) баллов**.

Задание 9-1

Мысленный эксперимент.

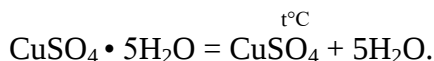
Девятиклассник по заданию учителя исследовал свойства безводного сульфата меди (II), который используют для удаления воды из спирта (такой процесс называют абсолютированием). У него на столе находился медный купорос синего цвета и красная медь, из которых школьнику надо было получить безводный сульфат меди (II). Свои наблюдения ученик записывал в тетради:

- 1) при нагревании медного купороса в фарфоровой чашке, он обесцвечивался, а при попадании в воду синяя окраска восстанавливалась;
- 2) при прокаливании медной проволоки в пламени спиртовки, она почернела, а когда её внес в раствор серной кислоты и подогрел – раствор приобрёл голубую окраску. После выпаривания полученного раствора образовалось вещество белого цвета;
- 3) при пропускании сероводорода через раствор голубого цвета выпал чёрный осадок;
- 4) в пробирку осторожно прилил концентрированной серной кислоты, опустил туда медную проволоку и осторожно подогрел. Образовался раствор голубого цвета, ещё выделялся газ, который пропускали в воду, подкрашенную фиолетовым лакмусом – лакмус розовел.

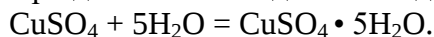
Дайте объяснения явлениям, описанным в лабораторном журнале. Составьте уравнения реакций. На каком свойстве сульфата меди (II) основано абсолютирование?

Решение задания 9-1

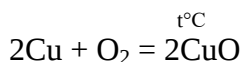
1. Медный купорос – кристаллогидрат – пентагидрат сульфата меди (II) – имеет синюю окраску; при нагревании разлагается:



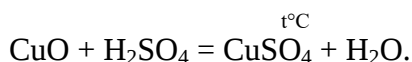
При добавлении воды к безводному сульфату меди (II) он гидратируется:



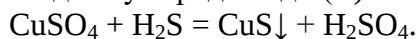
2. Красная медь окисляется в чёрный оксид меди (II):



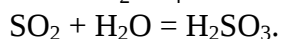
Основной оксид взаимодействует с кислотой:



3. При пропускании сероводорода через раствор сульфата меди (II) выпадает чёрный осадок сульфида меди (II):



4. Медь реагирует с концентрированной серной кислотой при нагревании, выделяется оксид серы (IV), который, растворяясь в воде, образует сернистую кислоту, окрашивающую лакмус в розовый цвет:



5. Абсолютирование основано на свойстве безводного сульфата меди (II) гидратироваться.

Разбалловка

1. Составлены формулы кристаллогидрата медного купороса и безводного сульфата меди (II) и указан их цвет – (по 1 баллу за каждую формулу) – 2 балла;
2. Составлены семь уравнений реакций – (за каждое уравнение реакции по 1 баллу) – 7 баллов;
3. Объяснено явление абсолютирования спирта безводным сульфатом меди (II) – 1 балл.

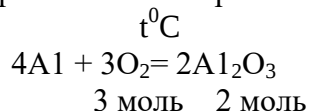
итого: 10 баллов

Задание 9-2

После прокаливания на воздухе порошка алюминия масса порошка увеличилась на 0,125 г. Определите состав полученной смеси (в %).

Решение задания 9-2

При прокаливании порошка алюминия на воздухе происходит его окисление:



Пусть $m(\text{Al})_{\text{исх}} = x$ г, тогда масса полученной смеси (оксид алюминия и не вступивший в реакцию алюминий) равна: $(x + 1/8 x) = 1,125x$.

Увеличение массы произошло за счет того, что в реакцию вступил кислород воздуха:

$$\begin{aligned} m(\text{O}_2) &= 0,125x, \nu(\text{O}_2) = \frac{0,125x}{32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,0039x; \\ \nu(\text{Al}_2\text{O}_3) &= 2/3 \nu(\text{O}_2) = \frac{2 \cdot 0,0039x}{3} = 0,0026x \text{ моль}; \\ M(\text{Al}_2\text{O}_3) &= 102 \text{ г/моль} \\ m(\text{Al}_2\text{O}_3) &= 0,0026x \text{ моль} \cdot 102 \text{ г/моль} = 0,266x \text{ г}; \end{aligned}$$

$$\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{0,266x}{1,125x} = 0,236 \text{ или } 23,6\%.$$

$$\omega(\text{Al}) = 100\% - 23,6\% = 76,4\%.$$

Ответ: 23,6% оксида алюминия, 76,4% металлического алюминия.

1. Написано уравнение реакции горения алюминия на воздухе – **1 балл**.
2. Определен качественный состав полученной смеси (оксид алюминия и не вступивший в реакцию алюминий) алгебраическим способом – **2 балла**
3. Показано, за счёт чего произошло увеличение массы смеси – **1 балл**.
4. Определены масса и количество вещества кислорода – **2 балла**.
5. Определено количество вещества оксида алюминия по уравнению реакции – **1 балл**.
6. Определена масса оксида алюминия – **1 балл**.
7. Определена массовая доля оксида алюминия в полученной смеси – **1 балл**.
8. Определена массовая доля алюминия в полученной смеси – **1 балл**.

итого: 10 баллов

Задание 9-3

Элементы **Г**, **Д**, **Е** находятся в одном периоде периодической системы Д. И. Менделеева. Элемент **Г** находится в одной группе с радиоактивным элементом, открытым М. Склодовской-Кюри. Элемент **Г** может реагировать с элементами **Д** и **Е** при нагревании, при этом соединение состава **ГЕ** содержит 57% элемента **Е**. Элемент **Д** занимает второе место по распространенности в земной коре и входит в состав кварца. Элемент **Д** находится в одной группе с элементом, играющим важную роль в жизни людей, животных и растений, причем образует с ним два известных соединения, одно из которых содержит 50% элемента **Е**. Определите элементы **Г**, **Д**, **Е**.

Запишите формулы упоминаемых соединений элемента **В**.

Решение задания 9-3

Элементом, занимающим второе место по распространенности в земной коре, входящим в состав кварца, является кремний. Элемент **Д** – **Si**. Следовательно, все три элемента – **Г**, **Д** и **Е** – находятся в III периоде. Одним из элементов, имеющих жизненно важное значение для людей, животных и растений, является кислород, находящийся в VIA группе периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Сера находится в III периоде. Можно предположить, что элемент **Е** – сера, это предположение подтверждается

тем, что сера образует с кислородом оксиды SO_2 и SO_3 , в оксиде серы (IV) содержится 50% серы (элемента E).

М. Склодовская-Кюри открыла радиоактивные элементы – полоний и радий, находящиеся в периодической системе соответственно в VIA и IIA группах. В III периоде этих групп находятся **сера** и **магний** соответственно. В условии задачи сказано, что соединение состава GE , где E – сера, содержит 57% элемента E . Подходит только магний, т. е. элемент G – **Mg**. Соединение GE – MgS , содержащее 57% серы.

О т в е т: G – **Mg**, D – **Si**, E – **S**; соединения элемента E – MgS , SO_2 и SO_3 .

1. Открытие элемента D – **Si** **1 балл.**
2. Определение номера периода для элементов G , D , и E **1 балл.**
3. Открытие элемента E – серы **1 балл.**
4. Расчёт массовой доли серы в оксиде серы (IV) **1 балл.**
5. Определены радиоактивные элементы – полоний и радий, открытые М. Склодовской-Кюри **1 балл.**
6. Определение элемента E – серы **1 балл.**
7. Подтверждение расчётом элемента E в составе его соединения с магнием **1 балл.**
8. Приведены формулы соединений элемента E : MgS , SO_2 , SO_3 **3 балла**
(по 1 баллу за каждую формулу).

итого: 10 баллов

Задание 9-4

Через 120 г 20% раствора гидроксида натрия пропустили 4,48 л (н.у.) сернистого газа. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе.

Решение задания 9-4

№	Этапы решения	Баллы
1	Найдём массу и количество вещества гидроксида натрия: $m(\text{NaOH}) = 120 \text{ г} \cdot 0,2 = 24 \text{ г};$ $n(\text{NaOH}) = 24 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,6 \text{ моль}.$	1
2	Найдём количество вещества сернистого газа: $n(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль};$ $m(\text{SO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г};$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ г} - 24 \text{ г} = 96 \text{ г}.$	1
3	Составляем уравнение реакции: $\begin{array}{ccccc} 0,6 \text{ моль} & & 0,2 \text{ моль} & & 0,2 \text{ моль} \\ \text{NaOH} + \text{SO}_2 & = & \text{NaHSO}_3 \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \end{array}$ Из уравнения реакции видно, что NaOH взят в избытке, количеством вещества 0,4 моль	2
4	Составляем уравнение реакции: $\begin{array}{ccccc} 0,4 \text{ моль} & & 0,2 \text{ моль} & & 0,2 \text{ моль} \\ \text{NaOH} + \text{NaHSO}_3 & = & \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \end{array}$	2
5	Из уравнения реакции видно, что NaOH взят в избытке, количеством вещества 0,2 моль; масса образовавшейся воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 3,6 \text{ г}.$	1
6	Таким образом, в полученном растворе находятся одна соль – средняя и щелочь – находим их массы: $m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 126 \text{ г/моль} = 25,2 \text{ г};$ $m(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 8 \text{ г}.$	1
7	Находим массу раствора: $m(\text{р-ра}) = 120 \text{ г} + 12,8 \text{ г} = 132,8 \text{ г}.$	1

8	Находим массовые доли веществ в растворе: $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 25,2 \text{ г} / 132,8 \text{ г} = 0,189$ или 18,9%; $\omega(\text{NaOH}) = 8 \text{ г} / 132,8 \text{ г} = 0,0602$ или 6,02%; $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 96 \text{ г} + 3,6 \text{ г} / 132,8 \text{ г} = 0,75$ или 75 %.	1
<u>итого: 10 баллов</u>		

Задание 9-5

Железную пластинку погрузили вначале в разбавленную серную кислоту, а затем в раствор сульфата меди (II). При этом было собрано 11,2 л (н.у.) газа, а масса пластинки увеличилась на 3,6 г. Вычислите массу прореагировавшего железа.

Решение задания 9-5

№	Этапы решения	Баллы
1	$0,5 \text{ моль} \quad \quad \quad 0,5 \text{ моль}$ $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $1 \text{ моль} \quad \quad \quad 1 \text{ моль}$ $56 \text{ г/моль} \quad \quad \quad$	2
2	$x \text{ моль} \quad \quad \quad x \text{ моль}$ $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ $1 \text{ моль} \quad \quad \quad 1 \text{ моль}$ $56 \text{ г/моль} \quad \quad \quad 64 \text{ г/моль}$	2
3	В серной кислоте растворилось: $m(\text{Fe}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 28 \text{ г}$. Увеличение массы пластинки на 3,6 г равно алгебраической сумме масс выделившейся меди и растворившегося железа. Составляем и решаем алгебраическое уравнение: $64x - 28 - 56x = 3,6$ $64x - 56x = 28 + 3,6$ $8x = 31,6;$ $x = 3,95.$	3
4	В растворе сульфата меди (II) прореагировало: $m(\text{Fe}) = 3,95 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 221,2 \text{ г}$.	2
5	Всего прореагировало: $m(\text{Fe}) = 28 \text{ г} + 221,2 \text{ г} = 249,2 \text{ г}$.	1
<u>итого: 10 баллов</u>		

Всего за всю работу 50 баллов