



**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2019–2020 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС**

Задания и критерии оценивания

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

Задание 1. Элементы и их описание

Соотнесите сведения о химических элементах с их названиями. Некоторым элементам могут соответствовать два описания. Одному описанию могут соответствовать несколько элементов.

Элементы: углерод, кислород, железо, натрий, кальций, хлор.

Описания:

- 1) Элемент, ответственный за перенос кислорода гемоглобином крови.
- 2) Элемент, образующий простое вещество алмаз.
- 3) Элемент-неметалл, содержащийся в поваренной соли.
- 4) Элемент, атомов которого больше всего в куске мрамора.
- 5) Элемент, массовая доля которого в углекислом газе наибольшая.
- 6) Элемент, добавление которого в сталь делает ее более твердой.
- 7) Элемент-металл, не встречающийся в природе в свободном виде.
- 8) Элемент, которого больше всего в организме человека по массе.
- 9) Элемент, содержащийся в природном газе и в углекислом газе.
- 10) Элемент-металл, входящий в состав костной ткани и панцирей древних простейших организмов.

Ответ представьте в виде таблицы, в которую под символами элементов запишите номера соответствующих описаний.

Символ элемента						
Номера строк «описания»						

Из списка выберите два элемента-неметалла, простые вещества которых состоят из двухатомных молекул, и запишите уравнения реакций между ними и кальцием.

Задание 2. Различные оксиды меди

Медь образует с кислородом два оксида. Один оксид имеет чёрный цвет, второй – красный. Оксид красного цвета при прокаливании на воздухе приобретает чёрную окраску. Оксид чёрного цвета, смешанный с порошком металлической меди, при температуре около 1000 °С превращается в оксид красного цвета.

Запишите формулы оксидов с указанием их цвета. Запишите уравнения реакций, описанных в задаче. Предложите два способа получения оксида меди, имеющего чёрный цвет.

Задание 3. «Кошачье золото»

Один из минералов железа назвали «кошачьим золотом» из-за внешнего сходства с благородным металлом. На самом деле золота в нём нет, а кроме железа есть ещё один неметалл, содержание которого составляет 66,7 % по числу атомов и 53,3 % по массе.

1. Определите формулу минерала и подтвердите ответ расчётами.
2. При сильном нагревании минерал разлагается, образуя одно сложное и одно простое вещество. Напишите уравнение реакции.
3. При прокаливании на воздухе минерал сгорает, образуя два оксида, один – трёхвалентного, а другой – четырёхвалентного элемента. Напишите уравнение этой реакции.



Задание 4. Горение металла на воздухе

При сгорании веществ на воздухе большинство из них реагирует только с кислородом, превращаясь в оксиды, однако бывают и исключения. При нагревании на воздухе активного металла образовалась смесь двух веществ – оксида и нитрида (соединения металла с азотом, в котором последний имеет валентность III). Массовая доля металла в нитриде равна 60 %. Определите металл, если известно, что в обоих соединениях он одновалентен. Напишите уравнения реакций.

Задание 5. Сложное вещество и химический элемент

Молекула сложного вещества и атом химического элемента вместе весят столько же, сколько один атом кальция. Напишите формулы сложного вещества и элемента. Запишите уравнение реакции образования сложного вещества из простых веществ. Найдите массовые доли элементов в сложном веществе.

Задание 6. Синтез простого вещества

Юные химики исследовали газы **X** и **Y**. Они собрали прибор, как показано на рисунке 1.

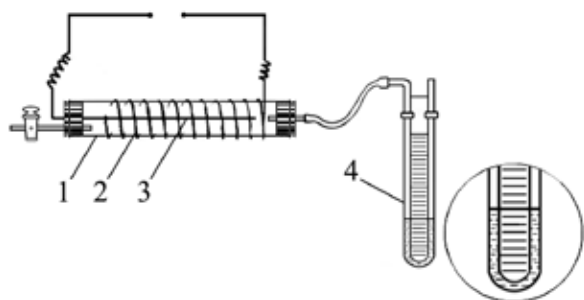


Рисунок 1

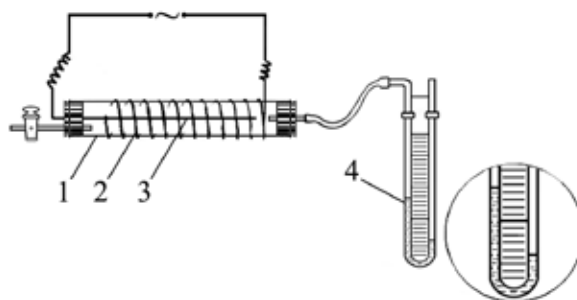


Рисунок 2

Стеклянную трубку (на рисунке обозначена цифрой 1) заполнили газом **X**. На поверхности трубки (1) была намотана металлическая спираль (2), внутри трубки проходил металлический стержень (3). Трубка-реактор (1) была соединена с манометром (4). Перед опытом уровень манометрической жидкости в обоих коленях манометра был одинаков (см. рисунок 1).

Внутренний металлический стержень (3) и наружную спираль (2) подключили к источнику высокого напряжения. Под действием электрического разряда в трубке (1) газ **X** частично превратился в газ **Y**. После приведения прибора к исходной температуре уровень жидкости в манометре (4) изменился (см. рисунок 2).

Газы **X** и **Y** являются простыми веществами. **X** – важнейший компонент земной атмосферы, не имеет ни цвета, ни запаха. **Y** применяется для дезинфекции воды, воздуха, отбеливания бумаги и т. д.

1. Определите газы **X** и **Y**. Приведите уравнение реакции превращения **X** в **Y**, которая протекает под действием электрического разряда в трубке (1).
2. Почему во время опыта изменяется уровень жидкости в манометре?
3. Прибор, изображённый на рисунок 2, после опыта отключили от источника высокого напряжения и оставили на несколько дней, не нарушая его герметичности. При этом уровень жидкости в обоих коленях манометра снова выровнялся. Как это можно объяснить?
4. Порошок серебра устойчив к действию газа **X**. Однако под действием газа **Y** серебро приобретает чёрную окраску уже при комнатной температуре. Составьте возможное уравнение реакции взаимодействия серебра с **Y**, если одним из продуктов реакции является газ **X**.

Решения и критерии оценивания олимпиадных заданий

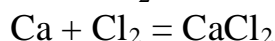
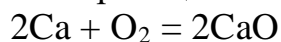
В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

Задание 1. Элементы и их описание

Решение:

Символ элемента	C	O	Fe	Na	Ca	Cl
Номера строк «описания»	2, 6, 9	4, 5, 8	1	7	7, 10	3

Уравнения реакций:



Критерии оценивания:

Верное определение всех свойств элемента	6×1	6 баллов
Каждое неверное соотношение описания и элемента		–0,5 балла
Уравнения реакций	2×2	4 балла

Всего за задачу – 10 баллов.

Задание 2. Различные оксиды меди

Решение и критерии оценивания:

CuO – оксид чёрного цвета, Cu₂O – оксид красного цвета 2 балла



Возможные способы получения оксида меди(II):

1) Прокаливание меди на воздухе



2) Разложение малахита



(засчитываются и другие разумные способы получения CuO)

Всего за задачу – 10 баллов.

Задание 3. «Кошачье золото»

Решение и критерии оценивания:

1. Из атомных процентов следует, что формула минерала – FeX₂. 3 балла

По массовой доле железа ($100 \% - 53,3 \% = 46,7 \%$) найдём относительную молекулярную массу минерала:

$$w(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) / M_r(\text{FeX}_2)$$

$$0,467 = 56 / M_r(\text{FeX}_2)$$

$$M_r(\text{FeX}_2) = 56 / 0,467 = 120.$$

1 балл

Найдём неметалл:

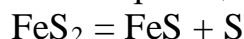
$$2A_r(\text{X}) = M_r(\text{FeX}_2) - A_r(\text{Fe}) = 120 - 56 = 64, A_r(\text{X}) = 32 - \text{сера, S.}$$

Формула минерала – **FeS₂**

2 балла

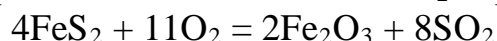
(формула без расчётов – 0 баллов)

2. Уравнение реакции разложения:



1 балл

3. При сгорании FeS₂ образуются оксид трёхвалентного элемента Fe₂O₃ и оксид четырёхвалентного элемента SO₂. Уравнение реакции:



3

балла

(1 балл, если правильно записаны продукты, но не уравнено)

Всего за задачу – 10 баллов.

Задание 4. Горение металла на воздухе

Решение и критерии оценивания:

Металл М имеет валентность I, азот – III, следовательно, формула нитрида – M₃N.

$$w(\text{M}) = 3A_r(\text{M}) / M_r(\text{M}_3\text{N}) = 3A_r(\text{M}) / (3A_r(\text{M}) + 14) = 0,6,$$

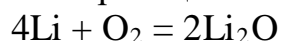
$$A_r(\text{M}) = 7, \text{ металл – литий.}$$

6 баллов

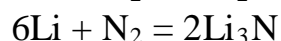
(из них – 2 балла за общую формулу нитрида)

Формула оксида – Li₂O, нитрида – Li₃N.

Уравнения реакций:



2 балла



2 балла

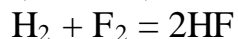
Всего за задачу – 10 баллов.

Задание 5. Сложное вещество и химический элемент

Решение:

Возможно несколько решений, например:

1) HF ($M_r = 20$), Ne ($A_r = 20$)



$$w(\text{H}) = A_r(\text{H}) / M_r(\text{HF}) = 1/20 = 0,05 (5 \%)$$

$$w(\text{F}) = A_r(\text{F}) / M_r(\text{HF}) = 19/20 = 0,95 (95 \%)$$

2) NH₃ ($M_r = 17$), Na ($A_r = 23$)



$$w(\text{H}) = 3A_r(\text{H}) / M_r(\text{NH}_3) = 3/17 = 0,176 (17,6 \%)$$

$$w(\text{N}) = A_r(\text{N}) / M_r(\text{NH}_3) = 14/17 = 0,824 (82,4 \%)$$

Возможны и другие варианты

Критерии оценивания:

Формулы сложного вещества и элемента, удовлетворяющие условию **4 балла**

Уравнение реакции **2 балла**

Расчёт массовых долей элементов в сложном веществе **4 балла**

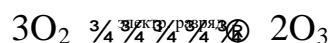
Всего за задачу – 10 баллов.

Задание 6. Синтез простого вещества

Решение и критерии оценивания:

1. X – кислород, O₂; Y – озон, O₃.

2 балла

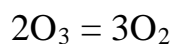


2 балла

2. Из уравнения реакции видно, что 3 объёма кислорода дают только 2 объёма озона, то есть объём уменьшается, давление в системе падает (при неизменной температуре). Соответственно, изменяется уровень жидкости в манометре: в левом колене он поднимается, а в правом опускается.

2 балла

3. Озон – неустойчивое вещество, постепенно, особенно при нагревании, он снова превращается в кислород.



Давление в приборе восстанавливается, уровни жидкости в манометре выравниваются.

2 балла

4. Возможный вариант: $2\text{Ag} + \text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_2$

2 балла

Всего за задачу – 10 баллов.