

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2017–2018 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС



Задания, ответы, 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. Само с собой

Даны вещества: азот, оксид азота(IV), оксид серы(IV), оксид углерода(IV), натрий.

1. Выберите среди них вещество **X**, молекулы которого способны реагировать друг с другом с образованием неполярной ковалентной связи. Запишите уравнение реакции соединения между молекулами **X**.

2. В атмосфере газа **X** медь сгорает, превращаясь в продукт **Y**, содержащий 80 % металла по массе. Запишите уравнение реакции. Назовите вещество-окислитель и вещество-восстановитель.

3. Как получить из вещества **Y** гидроксид меди(II) в минимальное число стадий? Запишите уравнения реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.

Задание 2. Перепутанные банки

При выполнении практической работы ученик заполнил две банки кислородом и сжёг в одной кусочек угля, во второй – серу. Перепутав банки, ученик решил определить их содержимое с помощью известковой воды. Однако известковая вода помутнела как в первой банке, так и во второй.

Как можно определить содержимое банок, используя медицинские препараты из домашней аптечки (раствор иода, перманганат калия, раствор перекиси водорода)? Укажите все возможные способы. Напишите уравнения всех описанных химических реакций. Как можно использовать для определения содержимого банок комнатные растения и цветы?

Задание 3. Взаимодействие растворов

При смешении равных масс растворов нитрата бария и карбоната калия образовалось 3,94 г осадка **X** и раствор вещества **Y**. Определите неизвестные вещества и запишите уравнение реакции. Найдите массу вещества **Y** и его массовую долю в конечном растворе, если известно, что при добавлении к последнему серной кислоты никаких изменений не наблюдается, а массовая доля нитрата бария в исходном растворе в 2,5 раза больше массовой доли **Y** в конечном растворе.

Задание 4. Разные продукты горения

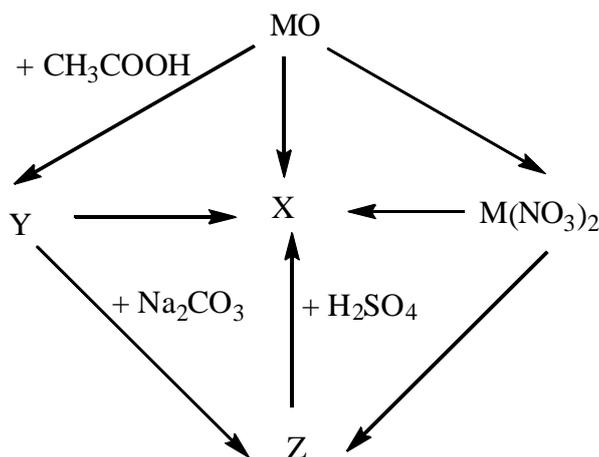
При выполнении химического эксперимента ученик заметил интересную особенность. Если сжигать кусочек серы в банке с кислородом в стеклянной ложке, то образуется бесцветный газ с резким запахом. При сжигании в кислороде такого же кусочка серы, помещённого в железную ложку, наряду с газом образуется белый туман.

Анализируя этот факт, он предположил, что образовалось новое вещество. Для доказательства своей гипотезы он прилил в банку воду. Через некоторое время туман исчез. В полученную жидкость он прилил несколько капель раствора хлорида бария, подкисленного соляной кислотой. Жидкость помутнела из-за выпавшего осадка.

1. Запишите уравнение реакции сгорания серы в кислороде.
2. Какой побочный продукт реакции образуется при сгорании серы в железной ложке? Какую роль играет железная ложка в этом процессе? Запишите уравнение реакции образования побочного продукта.
3. Что такое белый туман? Запишите уравнения реакций образования белого тумана в склянке и качественной реакции на образовавшееся вещество?
4. С какой целью раствор хлорида бария подкисляют соляной кислотой?

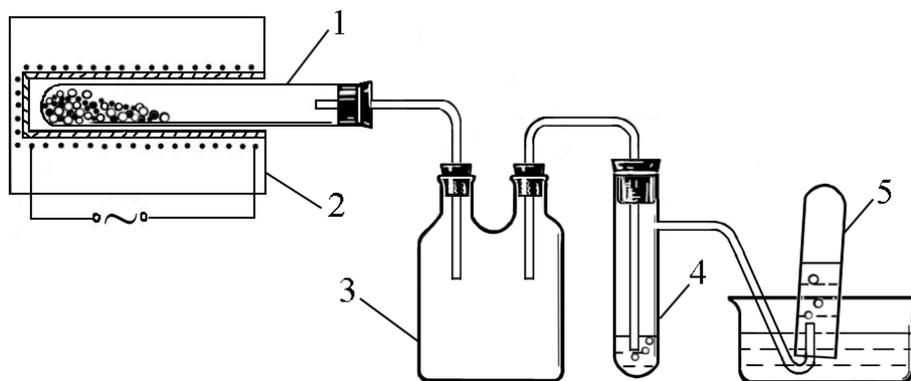
Задание 5. Превращения неизвестного элемента

Расшифруйте схему превращений, определите неизвестный элемент **М** и напишите уравнения всех реакций, если известно, что действие цинка на водный раствор, содержащий 9,75 г **Y**, позволяет получить 6,21 г твёрдого простого вещества **М**. Напишите уравнения всех указанных реакций.



Задание 6. Перевод в растворимую форму

Вещество **A** белого цвета состоит из трёх элементов, практически не растворяется в воде, в водных растворах большинства кислот и щелочей. Порошок **A** смешали с избытком угля и поместили в тугоплавкую пробирку (на рисунке показана цифрой 1), которую нагрели до 1000 °С в электропечи 2. В результате реакции выделялись газообразные вещества **B** и **C**. Эти газы представляют собой оксиды одного и того же элемента. Сначала их пропускали по трубке через предохранительную склянку 3 в пробирку 4 с известковой водой, при этом газ **B** поглотился и выпал осадок белого цвета. Затем газ **C** собирали над водой в пробирку 5. При поджигании на воздухе он сгорал голубым пламенем.



По окончании реакции остывший твёрдый остаток из пробирки 1 перенесли в воду, размешали, а затем отфильтровали. В фильтрате содержалось вещество **D**. К полученному раствору **D** добавили необходимое количество соляной кислоты, при этом выделился бесцветный газ **E** с резким запахом. В растворе образовалась соль **F**, которая окрашивает пламя в зелёный цвет. Если газ **E** пропустить через раствор нитрата свинца, то выпадает осадок чёрного цвета.

1. Из каких элементов состоит вещество **A**?
2. Напишите формулы веществ **A–F**.
3. Напишите уравнения следующих реакций: вещества **A** с углем при прокаливании (в качестве одного из продуктов можно выбрать либо газ **B**, либо **C**); газа **B** с известковой водой; горение газа **C** на воздухе; вещества **D** с соляной кислотой; газа **E** с раствором нитрата свинца.

Не забудьте перенести Ваши ответы в бланк работы!

Решения и система оценивания

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.

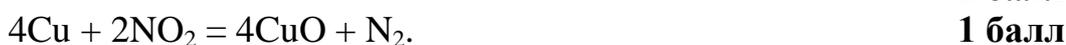
Задание 1. Само с собой

Решение и критерии оценивания:

1. Из перечисленных веществ только молекулы оксида азота(IV) содержат неспаренный электрон, то есть способны образовывать друг с другом ковалентную неполярную связь. X – NO₂ **2 балла**



2. Массовая доля Cu – 80 %, кислорода – 20 %. Атом меди весит в 4 раза больше атома кислорода. Значит, атомные доли меди и кислорода в Y равны. Y – CuO. **1 балл**



Cu – восстановитель, NO₂ – окислитель **1 балл**

3. CuO + 2HCl = CuCl₂ + H₂O **1 балл**



Итого 10 баллов.

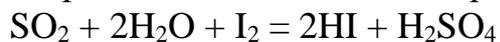
Задание 2. Перепутанные банки

Решение и критерии оценивания



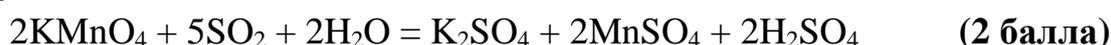
Возможные способы идентификации газов:

1) Раствор иода обесцвечивается при взаимодействии с сернистым газом



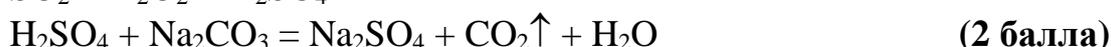
С углекислым газом растворы галогенов не реагируют. **(2 балла)**

2) Раствор перманганата калия обесцвечивается при контакте с сернистым газом

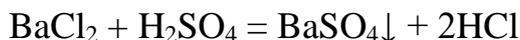


С углекислым газом раствор перманганата калия не реагирует.

3) Сернистый газ можно окислить раствором пероксида водорода, а полученная серная кислота выделяет газ под действием соды.



Принимается также определение серной кислоты с помощью солей бария, хотя последних в домашней аптечке нет.



Осадок сульфата бария, в отличие от сульфита бария, нерастворим в сильных кислотах (соляной, азотной).

Сернистый газ обесцвечивает многие органические красители, в том числе и природные. Лепестки розы, фиалки и др. обесцвечиваются в атмосфере сернистого газа.

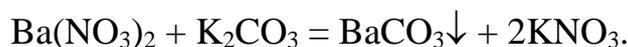
(1 балл)

Итого 10 баллов

Задание 3. Взаимодействие растворов

Решение

При взаимодействии растворов нитрата бария и карбоната калия протекает реакция:



X – BaCO_3 , **Y** – KNO_3 .

Так как фильтрат не реагирует с серной кислотой, он не содержит ни избытка карбонат-ионов, ни избытка ионов бария. Это означает, что оба вещества прореагировали полностью. Проведём расчёт по уравнению реакции:

$$n(\text{BaCO}_3) = 3,94 / 197 = 0,02 \text{ моль},$$

$$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,02 \text{ моль}, m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,02 \cdot 261 = 5,22 \text{ г},$$

$$n(\text{KNO}_3) = 0,04 \text{ моль}, m(\text{KNO}_3) = 0,04 \cdot 101 = 4,04 \text{ г}.$$

Пусть масса каждого из двух смешанных растворов равна x г, тогда масса конечного раствора равна $(2x - 3,94)$ г (осадок BaCO_3 не входит в состав раствора). Массовая доля нитрата бария в исходном растворе: $\omega_1 = 5,22 / x$, а массовая доля нитрата калия (вещества **Y**) в конечном растворе:

$$\omega_2 = 4,04 / (2x - 3,94).$$

По условию задачи, $\omega_1 = 2,5\omega_2$,

$$5,22 / x = 2,5 \cdot 4,04 / (2x - 3,94),$$

$$x = 60,5 \text{ г},$$

$$\omega_2 = 4,04 / (2 \cdot 60,5 - 3,94) = 0,0345, \text{ или } 3,45 \text{ \%}.$$

Ответ. $m(\text{KNO}_3) = 4,04 \text{ г}$, $\omega(\text{KNO}_3) = 3,45 \text{ \%}$.

Критерии оценивания

Определение веществ **X** и **Y** – **2 балла** (по 1 баллу за каждое вещество),

уравнение реакции – **2 балла**,

вывод о том, что вещества прореагировали полностью –

1 балл

расчёт по уравнению реакции и определение массы нитратов –

2 балла

составление уравнения для массы растворов –

1 балл

массовая доля KNO_3 –

2 балла

Итого 10 баллов.

Задание 4. Разные продукты горения

Решение и критерии оценивания:



1 балл



2 балла

Оксиды железа, всегда присутствующие на железных изделиях, являются катализаторами реакции окисления сернистого газа до серного ангидрида.

2 балла

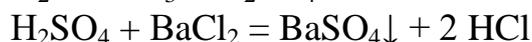
3. Белый туман – это мельчайшие капельки серной кислоты, образовавшиеся при взаимодействии серного ангидрида с водяными парами воздуха.

2 балла

(SO_3 в качестве белого тумана также принимается за правильный ответ)



1 балл



1 балл

4. Соляная кислота растворяет сульфит бария как возможный продукт реакции, но не растворяет сульфат бария.

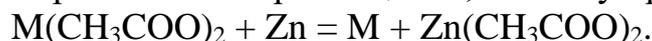
1 балл

Итого 10 баллов.

Задание 5. Превращения неизвестного элемента

Решение

Из схемы можно сделать вывод, что **Y** – ацетат двухвалентного металла **M**. В ряду напряжений **M** расположен правее цинка, поэтому происходит реакция

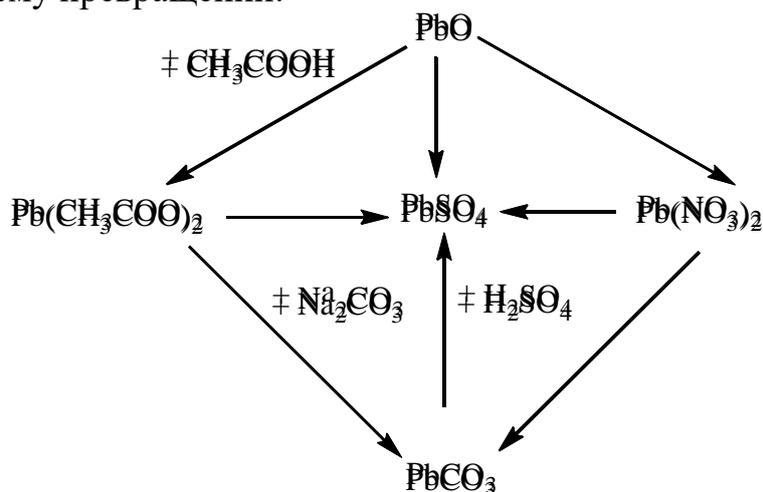


$n(\text{ацетата}) = n(\mathbf{M})$

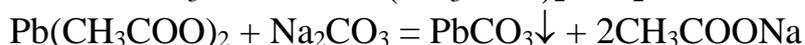
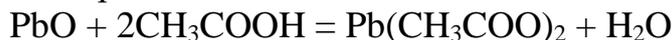
$9,75 / (M + 118) = 6,21 / M$

$M = 207$, это – свинец.

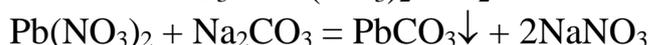
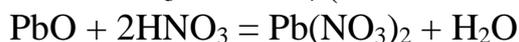
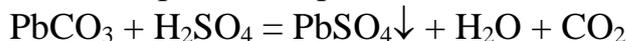
Расшифруем схему превращений:



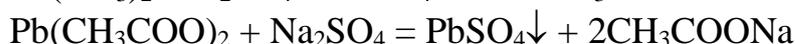
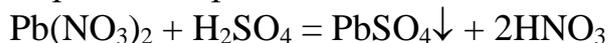
Уравнения реакций:



(правильно: $2\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3\downarrow + 4\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow$, однако средний карбонат также засчитывается)



(правильно: $2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3\downarrow + 4\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2\uparrow$, однако средний карбонат также засчитывается)



Критерии оценивания

За определение вещества М –

2 балла.

За каждое из 8 уравнений реакции 1 –

по 1 баллу.

Итого 10 баллов.

Задание 6. Перевод в растворимую форму

Решение и критерии оценивания:

1. Вещество А состоит из бария, серы и кислорода.

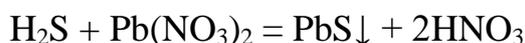
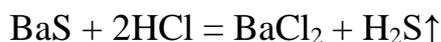
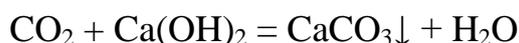
1 балл

2. Вещество А – BaSO_4 ; В – CO_2 ; С – CO ; D – BaS ; E – H_2S ; F – BaCl_2 .

По 0,5 балла за каждое вещество, всего 3 балла.

3. $\text{BaSO}_4 + 2\text{C} \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \text{BaS} + 2\text{CO}_2\uparrow$ или $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \text{BaS} + 4\text{CO}\uparrow$

2 балла за верный вариант уравнения.



По 1 баллу за каждое правильное уравнение, всего 4 балла.

Итого 10 баллов.