

## 10 класс

## Задача 1. Оранжевые порошки

В химической лаборатории были обнаружены два оранжевых порошка **X** и **Y**. Для установления их состава была проведена серия экспериментов:

- оба порошка при внесении в концентрированную соляную кислоту приводят к выделению ядовитого желто-зеленого газа **W** с плотностью 3.17 г/л (при н.у.) (реакции 1 и 2);
- при внесении кристаллов **X** в пламя спиртовки оно окрашивается в фиолетовый цвет;
- порошок **X** хорошо растворяется в воде с образованием оранжевого раствора, при внесении в который гидроксида калия образует желтый раствор вещества **X<sub>1</sub>** (реакция 3);
- порошок **Y** нерастворим в воде, а при внесении в раствор азотной кислоты образует прозрачный раствор **Y<sub>1</sub>** и темно-коричневый осадок оксида **Y<sub>2</sub>** с  $\omega(\text{O}) = 13.39\%$  (реакция 4), причем  $M(\text{Y}_1) / M(\text{Y}_2) = 1.385$ ;
- при сливании растворов **X<sub>1</sub>** и **Y<sub>1</sub>** выпадает желтый осадок вещества **Z** (реакция 5), который используется в качестве пигмента и растворяется как в азотной кислоте с образованием оранжевого раствора (реакция 6), так и в избытке раствора гидроксида калия с образованием желтого раствора (реакция 7).

1. Установите формулы веществ **W**, **X**, **Y**, **X<sub>1</sub>**, **Y<sub>1</sub>**, **Y<sub>2</sub>** и **Z**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Запишите уравнения реакций 1–7. Для реакции **X** с концентрированной соляной кислотой (реакция 1) приведите схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
3. Рассчитайте массу осадка, а также массовые доли (%) всех веществ в растворе, образующемся при сливании 31 г 25% раствора **X<sub>1</sub>** и 99 г 10% раствора **Y<sub>1</sub>**.

## Задача 2. Три соли

Бесцветные соли **A–B** содержат три общих химических элемента, хорошо растворимы в воде, окрашивают пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет. Для установления состава данных солей исследовали их термическую устойчивость и отношение к действию раствора соляной кислоты. Результаты экспериментов приведены в таблице:

Соль	Действие раствора HCl	Нагревание твердой соли
<b>A</b>	Выделялся бесцветный газ <b>X</b> (реакция 1), вызывающий помутнение известковой воды (реакция 2)	Устойчива к прокаливанию
<b>B</b>	Выделялся бесцветный газ <b>X</b> (реакция 3)	При нагревании до 80°C разлагается с выделением газа <b>X</b> и образованием соли <b>A</b> (реакция 4)
<b>B</b>	Появляется запах уксуса (реакция 5)	При нагревании выше 330°C разлагается с выделением паров органического вещества <b>Q</b> и образованием соли <b>A</b> (реакция 6)

Дополнительно известно, что:

- пропускание газа **X** через раствор соли **A** приводит к образованию соли **B** (реакция 7);
- при сплавлении соли **B** с гидроксидом натрия (реакция 8) образуется соль **A** и выделяется газ **Y**, имеющий относительную плотность по **X**, равную 0.364;

– вещество **Q** – жидкость, широко применяемая в качестве растворителя.

1. На основании проведенных экспериментов определите формулы солей **A–B**, газов **X** и **Y**, вещества **Q**, ответ подтвердите расчетом.

2. Запишите уравнения *реакций* 1–8, для *реакции* 3 запишите полное и сокращенное ионные уравнения.

3. Соль **B** образует устойчивый кристаллогидрат, содержащий 58.82% кислорода (по массе). Установите формулу данного кристаллогидрата. Рассчитайте массовую долю соли **B** в растворе, полученном при растворении 50 г данного кристаллогидрата в 150 мл воды.

### Задача 3. Элементарная прогрессия

Относительные атомные массы элементов **Э<sub>1</sub>–Э<sub>4</sub>** образуют геометрическую прогрессию со знаменателем 2. Три элемента из данной прогрессии расположены в одной подгруппе Периодической системы химических элементов. Простое вещество элемента **Э<sub>1</sub>** может реагировать с любым из простых веществ оставшихся элементов, при этом в одном случае образуется черное твердое вещество **A** (*реакция* 1), во втором – белое твердое вещество **B** (*реакция* 2), в третьем – бесцветный газ **B** (*реакция* 3). Газ **B** может далее прореагировать с простым веществом элемента **Э<sub>1</sub>** в присутствии катализатора, при этом образуется бесцветная жидкость **Г** (*реакция* 4). При взаимодействии веществ **A** и **Г** (*реакция* 5) образуется соль **D**. При электролизе водного раствора соли **D** (*реакция* 6) в электролизере накапливается кислота **E**, являющаяся важным продуктом крупнотоннажного производства. Разбавленный раствор **E** не реагирует с простым веществом элемента **Э<sub>3</sub>**, однако концентрированный раствор **E** вступает в эту реакцию (*реакция* 7), при этом образуется соль **D** и выделяется газ **B**.

1. Установите элементы **Э<sub>1</sub>–Э<sub>4</sub>**. Расположите данные элементы в порядке увеличения электроотрицательности.

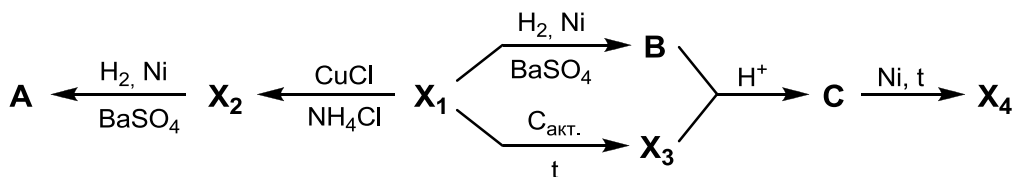
2. Установите формулы веществ **A–E**, ответ подтвердите расчетами.

3. Запишите уравнения *реакций* 1–7.

4. Рассчитайте массовую долю кислоты **K<sub>1</sub>** в растворе после проведения электролиза 160 г 30% раствора соли **S**, если известно, что на аноде выделилось 2.24 л (при н.у.) газообразного простого вещества, образованного элементом **Э<sub>1</sub>**.

### Задача 4. Углеводородная прогрессия

Углеводороды **X<sub>1</sub>–X<sub>4</sub>** содержат 7.7% водорода по массе, а их молярные массы образуют арифметическую прогрессию с разностью, равной удвоенной молярной массе их простейшей формулы. Вещества **A–C** также являются углеводородами, причем **A** и **B** – простейшие представители некоторых гомологических рядов, а **C** – гомолог **X<sub>3</sub>**.



1. Выведите простейшую формулу углеводородов **X<sub>1</sub>–X<sub>4</sub>**.

2. Установите строение углеводородов **X<sub>1</sub>–X<sub>4</sub>** и **A–C**, приведите их структурные формулы и названия.

3. Приведите полные уравнения всех реакций, отраженных на схеме. Для записи уравнений используйте структурные формулы органических веществ.

4. Запишите уравнения реакций окисления  $X_1$  перманганатом калия в сильнощелочной среде и  $X_4$  дихроматом калия в кислой среде.

5. Углеводороды **A**, **B** и  $X_4$  являются важными мономерами. Запишите схемы реакций полимеризации данных углеводородов, назовите получающиеся полимеры.

### Задача 5. Газовая сварка

Газовая сварка – это процесс, в ходе которого происходит сваривание металлических деталей за счет их плавления под действием температуры пламени, возникающего при горении газовой смеси кислорода с каким-либо горючим газом. В качестве горючего газа при сварке чаще всего используют газ **X**, который получают непосредственно в сварочном аппарате при действии воды на карбид кальция (*реакция 1*). При сгорании газа **X** (*реакция 2*) выделяется большое количество тепла, которое идет на нагрев продуктов сгорания, поэтому тепловая мощность и, соответственно, температура пламени сварочной горелки очень высоки и достаточны для плавления металлов.

Более доступный газ **Y**, являющийся основным компонентом природного и болотного газов, в сварочных горелках, как правило, не применяется из-за сравнительно низкой температуры пламени, развивающейся при его сгорании (*реакция 3*). Газ **Y** также можно получить действием воды на твердое вещество **A**, содержащее алюминий (*реакция 4*).

1. Установите формулы газов **X** и **Y**, а также вещества **A**. Укажите степени окисления и типы гибридизации атомов углерода в **X** и **Y**.

2. Напишите уравнения *реакций 1–4*.

3. Рассчитайте тепловые эффекты реакций сгорания **X** и **Y** в кДж/моль, если известны справочные данные о теплотах образования веществ:

Вещество	<b>X</b> (г)	<b>Y</b> (г)	CO <sub>2</sub> (г)	H <sub>2</sub> O (г)
Q <sub>f</sub> , кДж/моль	–227.4	74.6	393.5	241.8

4. Рассчитайте максимальную температуру пламени при сгорании газов **X** и **Y** в чистом кислороде, если общая теплоемкость продуктов реакции составляет примерно 150 Дж/К. Начальную температуру примите равной 25°C, потерями тепла за счет теплообмена с окружающей средой пренебрегите.

5. Увеличится или уменьшится температура пламени, если для сжигания газов **X** и **Y** взять воздух, а не чистый кислород? Ответ аргументируйте.

*Каждая задача оценивается в 20 баллов*

Старайтесь решать и оформлять все предложенные задачи. Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл). Не забывайте расставлять коэффициенты в уравнениях реакций!

Решения заданий олимпиады и критерии оценивания будут опубликованы на сайте Республиканского Лицея во вкладке «Химия» <https://rlc.education/chemistry.html>

Желаем удачи!