

**Решения и критерии оценивания  
районного этапа всероссийской олимпиады школьников по химии  
в 2023/24 учебном году**

**Практическая часть**

**10 класс**

**I вариант**

В четырех пронумерованных пробирках находятся белые порошки: оксид бария, оксид цинка, хлорид серебра, бромид меди(I). Порошки разделили на 3 части и затем провели последовательное добавление жидких реактивов А, В и С. Известно, что при стандартных условиях вещества А и С в чистом виде являются жидкостями, а вещество В – твердым. Также реактив С при взаимодействии с солями бария дает нерастворимый в кислотах белый осадок. В ходе опытов наблюдались следующие изменения:

При добавлении реактива А наблюдалось растворение порошка в только в пробирке №3. После добавления раствора В наблюдалось растворение порошков в пробирках №3 и №4. Порошок в пробирке №4 сразу же растворился после добавления реактива С. Однако при нагревании пробирок №1, №2 и №3, в пробирке №1 наблюдалось выделение газа, окрашивающего лакмусовую бумажку в красный цвет и образование голубого раствора, при этом в пробирках №2 и №3 изменений не происходило.

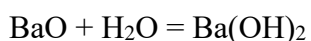
Задания:

1. Определите содержимое в каждой пробирке (№1 – №4);
2. Определите вещества А – С;
3. Напишите уравнения упомянутых реакций.

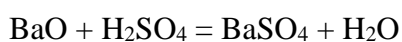
Решение:

1. Белый нерастворимый в кислотах осадок, содержащий ион бария – это, очевидно, сульфат бария. Тогда жидкость, при добавлении которой с соединениями бария образуется  $\text{BaSO}_4$  – серная кислота (вещество С).

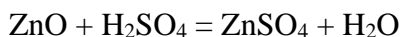
2. Жидкостью А вряд ли является неполярное или малополярное органическое соединение – в них ионные вещества нерастворимы. Если А – кислота, то в ней должны были бы раствориться как минимум два оксида. Очевидно, А – вода, в которой растворим только оксид бария (вещество № 3):



При добавлении к этому веществу серной кислоты выпадает сульфат бария:



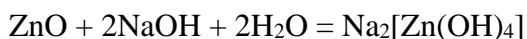
В серной кислоте также легко растворится и оксид цинка (№ 4):



3. При нагревании в пробирке №1 образуется голубой раствор, значит в ней бромид меди(I), раствор которого при нагревании окисляется до соли меди(II). Лакмусовую бумажку в красный цвет окрашивает сернистый газ, относящийся к кислотным газам.

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{CuBr} \rightarrow \text{CuBr}_2 + \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (возможно более сложное уравнение реакции, учитывающее окисление бромид-иона до брома – но на практике этого не наблюдалось)

4. Твердым веществом В, в растворе которого растворимы как оксид цинка, так и оксид бария, является, по-видимому, щелочь, например, NaOH – оксид цинка амфотерен:



А оксид бария растворится в содержащейся в растворе воде.

Методом исключения делаем вывод, что в оставшейся пробирке №2 – хлорид серебра, который не растворяется ни в воде, ни в кислотах, ни в щелочах.

## II вариант.

В четырех пронумерованных пробирках находятся белые порошки: оксид кальция, оксид алюминия, сульфат бария, хлорид меди(I). Порошки разделили на 3 части и затем провели последовательное добавление реагентов А, В и С. Известно, что при стандартных условиях вещества А и С в чистом виде являются жидкостями, а вещество В – твердым. Также реактив С при взаимодействии с солями бария дает нерастворимый в кислотах белый осадок. В ходе опытов наблюдались следующие изменения:

При добавлении реактива А наблюдалось частичное растворение порошка в только в пробирке №3. После добавления раствора В наблюдалось растворение порошков в пробирке №4 и частичное растворение в пробирке №3. Порошок в пробирке №4 сразу же растворился после добавления реактива С. Однако при нагревании пробирок №1, №2 и №3 в пробирке №1 наблюдалось выделение газа, окрашивающего лакмусовую бумажку в красный цвет и образование голубого раствора, при этом в пробирках №2 и №3 изменений не происходило.

Задания:

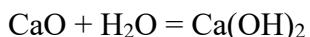
1. Определите содержимое в каждой пробирке (№1 – №4);
2. Определите вещества А – С;

3. Напишите уравнения упомянутых реакций.

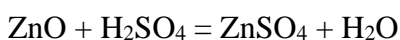
Решение:

1. Белый нерастворимый в кислотах осадок, содержащий ион бария – это, очевидно, сульфат бария. Тогда жидкость, при добавлении которой с соединениями бария образуется  $\text{BaSO}_4$  – серная кислота (вещество С).

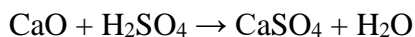
2. Жидкостью А вряд ли является неполярное или малополярное органическое соединение – в них ионные вещества нерастворимы. Если А – кислота, то в ней должны были бы раствориться как минимум два оксида. Очевидно, А – вода, в которой частично растворим только оксид кальция (вещество № 3):



В серной кислоте растворится полностью оксид алюминия (№ 4):



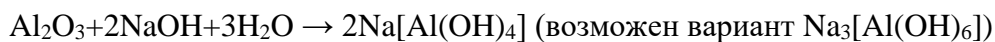
При добавлении в пробирку №3 серной кислоты происходит частичное растворение и образование нового малорастворимого соединения.



3. При нагревании в пробирке №1 образуется голубой раствор, значит в ней хлорид меди(I), раствор которого при нагревании окисляется до соли меди(II). Лакмусовую бумажку в красный цвет окрашивает сернистый газ, относящийся к кислотным газам.

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{CuCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (возможно более сложное уравнение реакции, учитывающее выделение хлороводорода – но реально основным выделяющимся газом будет сернистый газ)

4. Твердым веществом В, в растворе которого растворимы как оксид алюминия, так и частично - оксид кальция, является, по-видимому, щелочь, например, NaOH – оксид алюминия амфотерен:



А оксид кальция может немного раствориться в содержащейся в растворе воде.

Методом исключения делаем вывод, что в оставшейся пробирке №2 – сульфат бария, который не растворяется ни в воде, ни в кислотах, ни в щелочах.

#### Рекомендации к оцениванию:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Определение веществ 1-4 – по 0.5 балла за вещество   | 2 балла   |
| 2. Определение реагентов А – С – по 0.5 балла за вещество   | 1.5 балла |
| 3. Уравнения реакций – 4 уравнения реакций по 0.5 балла, уравнение окислительно-восстановительной реакции – 1 балл, | 3 балла   |

**ИТОГО: 6.5 баллов**