

Задача 1.

В пяти разных пробирках находятся растворы, в которых содержится по 1,000 г различных индивидуальных соединений (A_1 - A_5). Дополнительно известно, что каждое из этих веществ состоит из трёх элементов, а соотношение атомов в каждом из них одинаковое (например, CaS и ZnO – в обоих соединениях соотношение атомов 1:1). В таблице ниже приведены некоторые экспериментально полученные данные для этих веществ.

№	Цвет раствора	Добавление лакмуса	Дополнительная информация
A_1	-	Раствор окрашивается в красный цвет	- при добавлении избытка гидрокарбоната натрия (<i>реакция 1</i>) выделяется 222,9 мл (н.у.) газа.
A_2	Малинов ый	Нет изменений	- распространенный реактив в аналитической химии, садоводстве, медицине; - при пропускании сернистого газа раствор обесцвечивается (<i>реакция 2</i>).
A_3	-	Раствор окрашивается в красный цвет	- при добавлении избытка раствора нитрата серебра, происходит образование белого творожистого осадка (<i>реакция 3</i>) массой 2,682 г.
A_4	-	Нет изменений	- при добавлении раствора сульфата марганца (II) в присутствии серной кислоты и нескольких капель нитрата серебра в качестве катализатора, наблюдается образование малинового раствора (<i>реакция 4</i>); - массовая доля кислорода в соединении равна 47,41%.
A_5	Желтый	Раствор окрашивается в оранжево-красный цвет	- при добавлении в раствор раствора сульфата железа (II) (<i>реакция 5</i>) происходит выпадение 0,579 г окрашенного осадка; - массовая доля водорода в соединении равна 0,294%.

Определите индивидуальные соединения A_1 - A_5 .

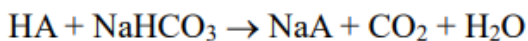
Для веществ A_1 , A_3 - A_5 обязательно приведите необходимые расчеты.

Запишите уравнения *реакций 1-5*.

Решение

Соединение **A2** судя по цвету и описанию – однозначно перманганат калия **KMnO4**. Тогда соотношение атомов в оставшихся веществах – 1:1:4.

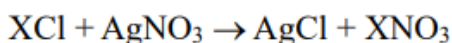
Вещество **A1** вероятнее всего кислота (судя по окраске раствора после добавления в него лакмуса). Тогда уравнение реакции с гидрокарбонатом натрия будет иметь вид:



$$M(\text{HA}) = \frac{1,000}{0,2229/22,4} = 100,5 \text{ г/моль}$$

При условии, что скорее всего формула **A1** – **HЭО4**, получаем, что **A1** – **HCIO4**

Вещество **A3** вероятнее всего хлорид, тогда уравнение реакции с нитратом серебра будет иметь вид:



$$M(\text{XCl}) = \frac{1,000}{2,682/143,5} = 53,5 \text{ г/моль}$$

Вычитая 35,5 из полученной молярной массы, получаем, что $M(\text{X}) = 18 \text{ г/моль}$, тогда под условие соотношения (1:4) подходит **NH4**, сл-но **A3** – **NH4Cl**

Для вывода соединения **A4**, необходимо вспомнить, какие окислители переводят Mn^{2+} до MnO_4^- , это могут быть, например, Cl_2 , KBiO_3 , PbO_2 или $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6(\text{O}_2)$ – пероксодисульфат калия). Под условие 1:1:4 подходит пероксодисульфат калия ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$). $\omega(\text{O}/\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8) = 128/270 = 0,4741$. Следовательно, **A4** – **K2S2O8**.

Вещество **A5** вероятнее всего имеет формулу **HYZ4**. При реакции с сульфатом железа (II) вероятнее всего протекает окислительно – восстановительная реакция.

$$\nu(\text{HYZ}_4) = \nu(\text{H}) = 1,000 * 0,00294/1 = 0,00294 \text{ моль} = M(\text{Y})$$

Предположим, что темный осадок – это просто **Y**, тогда

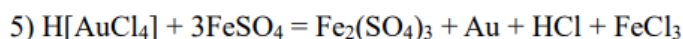
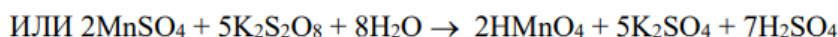
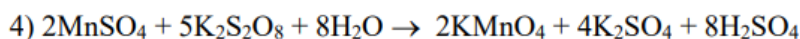
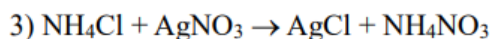
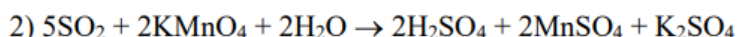
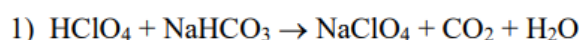
$$M(\text{Y}) = 0,579/0,00294 = 197 \text{ г/моль, что соответствует золоту, тогда}$$

$$M(\text{Z}_4) = 1/0,00294 - 197 - 1 = 142 \text{ г/моль, } M(\text{Z}) = 35,5 \text{ г/моль, что соответствует хлору.}$$

Следовательно, **A5** – **H[AuCl4]**.

A1	HCIO4	A2	KMnO4	A3	NH4Cl	A4	K2S2O8	A5	H[AuCl4]
-----------	--------------	-----------	--------------	-----------	--------------	-----------	---------------	-----------	-----------------

Уравнения реакций:



Критерии оценивания

Вывод вещества **A2**

2 балла

Вывод веществ **A1**, **A3-A5**

2×4 = 8 баллов

(без расчета – 0 баллов)

Уравнения реакций

2×5 = 10 баллов

(если реакция не уравнена, но верно записаны участники реакции – 1 балл)

(в случае если вещество не было доказано расчетом, но реакция записана верно – 2 балла)