

Задача:

Все знают это широко распространенное вещество, бесцветное или белое. Но это вещество (А) встречается и синего цвета: в природе – в виде голубых кристаллов, и это означает, что они долгое время в глубинах земли находились по соседству с породами, содержащими уран, и подверглись радиоактивному облучению; синие кристаллы **А** также могут быть получены и без какого-либо облучения.

Упомянутое синее вещество **А** было растворено в воде, при этом образовался бесцветный раствор. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра, при этом выпал творожистый белый осадок **В** (реакция 1), который растворялся в аммиаке с образованием комплекса **С** (реакция 2). Раствор **А** подкислили серной кислотой и добавили избыток перманганата калия, при этом выделился желто-зеленый газ **Д** (реакция 3). Этот газ пропустили через раствор гидроксида натрия, при этом образовались вещества **Е** и **Ф** (реакция 4). Полученный раствор нагрели до 70°C, при этом в растворе остались вещества **Е** и **Г** (реакция 5). Затем раствор подкислили серной кислотой и добавили щавелевую кислоту, при этом выделилась смесь газов **Н** и **И** (реакция 6). Эту смесь газов пропустили в раствор КОН, при этом в растворе образовалась смесь из четырех солей калия: **Ж**, **К**, **Л**, **М** (реакция 7).

1. Определите вещества **А-М**, если известно, что из раствора, в котором содержится 1 г вещества **А**, может образоваться 2.453 г осадка **В**, а вещества **А** и **Е** практически не отличаются по химическому составу.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Почему в реакции 7 образовалась смесь 4 веществ и предложите способ, при котором в реакции 7 образовалась бы смесь только трех веществ из списка **Ж-М**.
4. Почему **А** имеет такой нетипичный для него цвет? Предложите гипотезу, почему такое может происходить.

Решение:

Желто-зеленый газ **Д** и выпадение осадка с нитратом серебра недвусмысленно намекают на то, что **А** – хлорид, после чего из количества белого осадка и массы **А** можно найти молярную массу **А** и установить, что **А** – хлорид натрия, хоть и несколько необычный.

А – NaCl_{1-x}

В – AgCl

С – $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

Д – Cl_2

Е – NaCl

Ф – NaClO

Г – NaClO_3

H – ClO_2

I – CO_2

J – KClO_2

K – KClO_3

L – KHCO_3

M – K_2CO_3

Уравнения реакций:

1. $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
2. $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
3. $2\text{KMnO}_4 + 16\text{NaCl} + 16\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 16\text{NaHSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
5. $3\text{NaClO} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$
6. $2\text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $2\text{KOH} + 2\text{ClO}_2 \rightarrow \text{KClO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$

Из-за недостатка щелочи образовалась смесь гидрокарбоната и карбоната. При добавлении избытка щелочи весь гидрокарбонат перейдет в карбонат калия.

Пример логических построений (оценивается любая логика, имеющая отношение к задаче и не противоречащая химии):

Кристаллы галита (NaCl) встречаются голубого цвета. Это означает, что они долгое время в глубинах земли находились по соседству с породами, содержащими уран, и подверглись радиоактивному облучению, и электронная (именно электронная, а не пространственная) структура кристалла отличается от таковой для «обычного» кристалла поваренной соли. В лаборатории тоже можно получить синие кристаллы хлорида натрия. Для этого не потребуется облучения; просто в плотно закрытом сосуде надо нагреть смесь поваренной соли NaCl и микроколичеств металлического натрия. Металл способен растворяться в соли. Когда атомы натрия проникают в кристалл, состоящий из катионов Na^+ и анионов Cl^- , они «достраивают» кристаллическую решетку, занимая подходящие места и превращаясь в катионы Na^+ . Освободившиеся электроны располагаются в тех местах кристалла, где полагалось бы находиться хлорид-анионам Cl^- . Такие необычные места внутри кристалла, занятые электронами вместо ионов, называют «вакансиями». При охлаждении кристалла некоторые вакансии объединяются, это и служит причиной появления синей окраски. И, конечно, при растворении в воде синего кристалла соли образуется бесцветный раствор – совсем как из обычной соли