

## Занятие 4

### Химические свойства элементов IIА группы

Все перечисленные катионы соответствуют элементам II группы периодической системы. Это s-элементы. Они имеют устойчивую электронную формулу внешнего энергетического уровня  $s^2p^6$ . Поэтому степень окисления этих катионов постоянна и они не вступают в окислительно-восстановительные реакции.

Гидроксиды II группы проявляют основные свойства. Растворимость гидроксидов повышается в ряду:



Катионы II группы бесцветны. Соли этих катионов не гидролизуются. С неорганическими реагентами они не образуют комплексных соединений, однако, с некоторыми органическими реагентами они образуют прочные внутримолекулярные соединения.

Сульфаты этих катионов не растворимы в воде. Они также не растворимы в щелочах.

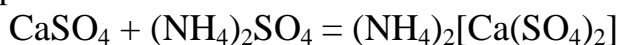
$Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  дают реакцию окрашивания пламени.

**Действие группового реагента –  $H_2SO_4$**

а) В три пробирки поместите по 2 капли растворов солей  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ . В каждую пробирку добавьте по 1-2 капли 1М раствора  $H_2SO_4$ . Если в пробирке с  $Ca^{2+}$  осадок не образуется, добавьте 2 капли этанола, перемешайте и наблюдайте выпадение осадка  $CaSO_4$ . Добавьте в пробирку 2-3 капли  $CaCl_2$  или  $Ca(NO_3)_2$ , 1мл воды и 2-3 капли  $H_2SO_4$ . Выпадает ли осадок?

б) Вновь получите осадок  $CaSO_4$  так, как это описано выше. Добавьте 1-2 капли концентрированной  $H_2SO_4$  и разделите осадок на 3 части. Исследуйте растворимость осадка в  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$ , а также в  $(NH_4)_2SO_4$  при нагревании.

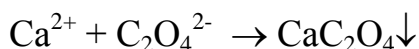
В концентрированном растворе сульфата аммония происходит образование комплексной соли:



в) Осадки  $SrSO_4$  и  $BaSO_4$  разделите каждый на 2 части и исследуйте на растворимость в  $H_2SO_4$  и  $NaOH$ .

### Реакции иона $Ca^{2+}$

**Оксалат аммония  $(NH_4)_2C_2O_4$  и другие растворимые соли щавелевой кислоты** образуют с катионами  $Ca^{2+}$  белый кристаллический осадок  $CaC_2O_4$ :



Выполнение реакции:

К 2-3 каплям раствора соли  $Ca^{2+}$  прибавить 1-2 капли раствора  $(NH_4)_2C_2O_4$ . Проверить растворимость осадка в  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  и  $CH_3COOH$ .

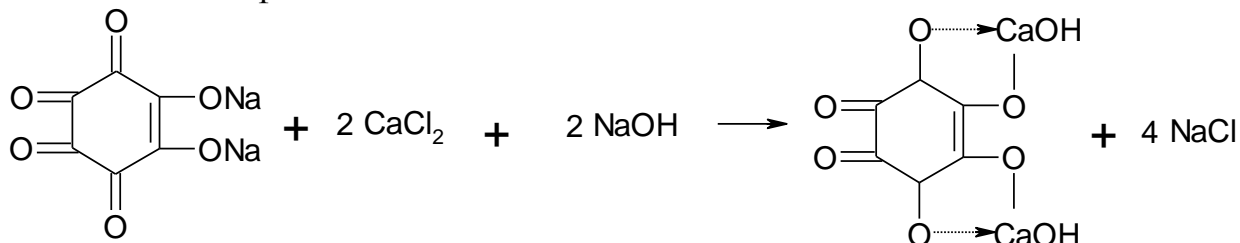
Убедиться, что осадок растворим в сильных кислотах.

Условия реакции:

1. Нейтральная или слабо-кислая среда.
2. Отсутствие катионов  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ .

**Действие родизоната натрия.**

Родизонат натрия образует с ионами  $Ca^{2+}$  в щелочной среде осадок родизоната кальция фиолетового цвета:



Проведение опыта:

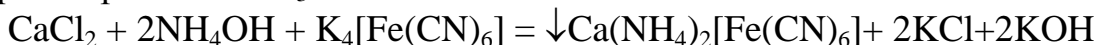
На фильтровальную бумагу поместить 1 каплю соли  $Ca^{2+}$ , 1 каплю родизоната натрия и 1 каплю 2М раствора NaOH. Появляется осадок фиолетового цвета.

Условия реакции:

Среда щелочная. Присутствующие в растворе  $Ba^{2+}$  и  $Sr^{2+}$  не мешают определению.

**Действие гексацианоферрата (II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$ .**

$K_4[Fe(CN)_6]$  образует с ионами кальция белый кристаллический осадок, нерастворимый в  $CH_3COOH$ .



Проведение опыта:

К 2 каплям исследуемого раствора  $CaCl_2$  прибавьте по капле  $NH_4Cl$  и  $NH_4OH$  и 4-5 капель  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Содержимое пробирки нагрейте. При этом выпадает белый кристаллический осадок.

Условия реакции:

1.  $pH = 9$
2. Аммиачная буферная смесь.
3. Реакцию следует проводить при нагревании.
4. Реакции не мешают ионы  $Sr^{2+}$ , а ионы  $Ba^{2+}$  осаждаются только из сильно концентрированных растворов.

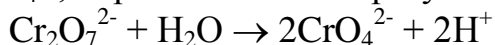
**Реакция окрашивания пламени.**

Летучие соли кальция окрашивают бесцветное пламя горелки в кирпично-красный цвет.

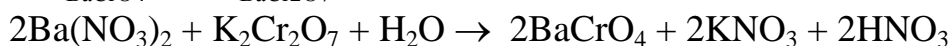
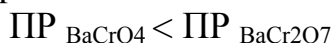
**Реакции иона  $Ba^{2+}$**

Действие  $K_2CrO_4$  и  $K_2Cr_2O_7$ .

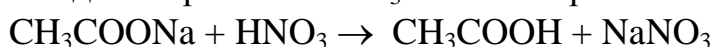
$K_2CrO_4$  дает с ионами  $Ba^{2+}$  желтый кристаллический осадок  $BaCrO_4$ , а не  $BaCr_2O_7$ , как можно было бы ожидать. Причина заключается в следующем: в растворе кроме ионов  $Cr_2O_7^{2-}$  имеется также небольшое количество ионов  $CrO_4^{2-}$ , образовавшихся в результате взаимодействия  $Cr_2O_7^{2-}$  с водой:



Концентрация ионов  $CrO_4^{2-}$ , однако, достаточна для того, чтобы образовался осадок  $BaCrO_4$ , а не  $BaCr_2O_7$ , так как



Осадок  $BaCrO_4$  растворим в сильных кислотах, но нерастворим в  $CH_3COOH$ . Поскольку в результате реакции образуется азотная кислота, то реакция не доходит до конца. Для того, чтобы сместить равновесие вправо, необходимо прибавить  $CH_3COONa$ . При этом протекает реакция:



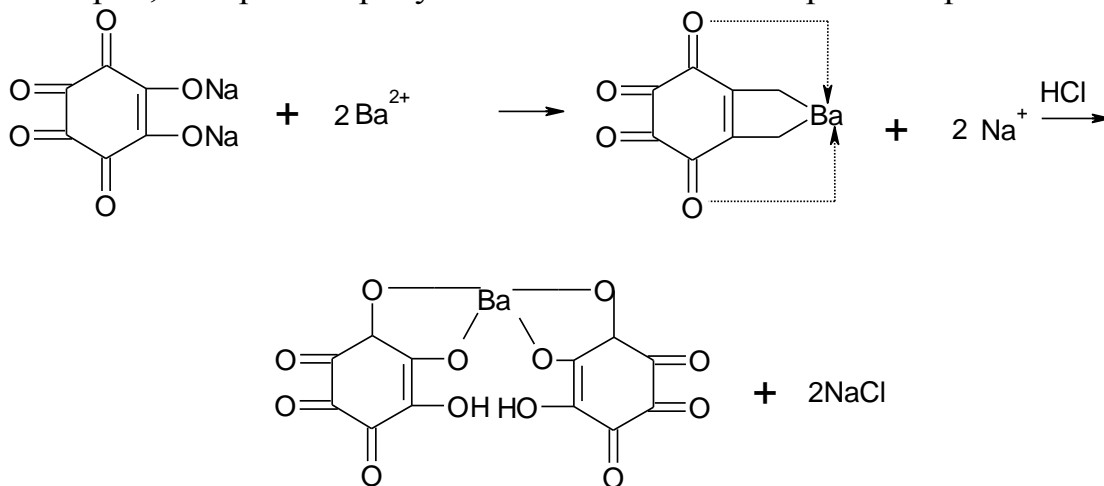
В образовавшейся уксусной кислоте хромат бария нерастворим.

#### Проведение опыта:

В пробирку налейте 2 капли раствора соли  $Ba^{2+}$ , столько же  $K_2Cr_2O_7$  и несколько кристалликов  $CH_3COONa$ . Выпадает желтый кристаллический осадок  $BaCrO_4$ . Проверьте его на растворимость в  $CH_3COOH$ . Катионы  $Ca^{2+}$  и  $Sr^{2+}$  с  $K_2Cr_2O_7$  осадка не образуют.

#### **Действие родизоната натрия.**

Родизонат натрия образует с ионами бария красно-бурый осадок родизоната бария, который в присутствии  $HCl$  становится розово-красным.



#### Проведение опыта:

На фильтровальную бумагу нанесите каплю соли  $Ba^{2+}$  и каплю родизоната натрия. Появляется красно-бурое пятно. Затем на это пятно нанесите каплю  $HCl$ , при этом осадок становится розово-красным, вследствие превращения в кислый родизонат бария.

#### Условия реакции:

*Среда должна быть нейтральной.*

#### **Реакция окрашивания пламени.**

Летучие соли бария окрашивают бесцветное пламя в зеленый цвет.

### Реакции иона $Mg^{2+}$ .

**Действие NaOH (групповой реактив).**

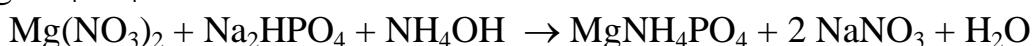


#### Проведение опыта.

К 3 каплям соли  $Mg^{2+}$  прибавьте столько же капель NaOH. При этом выпадает белый аморфный осадок  $Mg(OH)_2$ .

**Действие гидрофосфата натрия ( $Na_2HPO_4$ ). Реакция фармакопейная.**

Гидрофосфат натрия образует с солями магния в присутствии  $NH_4OH$  и  $NH_4Cl$  белый кристаллический осадок фосфата магния и аммония  $MgNH_4PO_4$ .



#### Проведение опыта.

Возьмите а пробирку 2 капли  $Mg(NO_3)_2$ , 2 капли 2N раствора HCl и 2 капли  $Na_2HPO_4$ . После этого прибавляйте по одной капле 2N раствора  $NH_4OH$ , перемешивая содержимое пробирки после каждой капли. Сначала аммиак нейтрализует кислоту с образованием  $NH_4Cl$ , которая нужна для предупреждения выпадения в осадок  $Mg(OH)_2$ . Когда нейтрализация закончится, начинается выпадение кристаллического осадка  $MgNH_4PO_4$ .

Прибавление аммиака нужно продолжать до появления запаха.

#### Условия реакции:

1. Наличие  $NH_4Cl$ .

2. pH среды < 7.

Большой избыток  $NH_4Cl$  препятствует осаждению  $MgNH_4PO_4$  вследствие образования комплексных ионов  $[MgCl_3]^-$ ,  $[MgCl_4]^{2-}$ .

3. Нагревание раствора до 75 - 100°C благоприятствует образованию кристаллического осадка.

4. Для ускорения выпадения осадка рекомендуется потереть стеклянной палочкой о стенки пробирки.

5. Если концентрация ионов  $Mg^{2+}$  очень мала, то осадок выпадает не сразу, поэтому раствору нужно дать постоять.

6. Реакция используется как дробная, поэтому мешающие ионы предварительно удаляют:

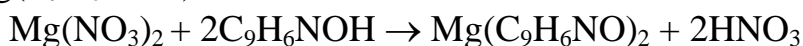
$Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  - осаждением  $(NH_4)_2SO_4$

$Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  - раствором аммиака

$Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  - окислением  $H_2O_2$

**Действие 8-оксихинолина ( $C_9H_6NOH$ ).**

Оксихинолин образует с аммиачными растворами солей магния зеленовато-желтый кристаллический осадок оксихинолината магния  $Mg(C_9H_6NOH)_2$ .



#### Проведение опыта:

К капле раствора соли магния  $Mg(NO_3)_2$  прибавьте по капле растворов  $NH_4Cl$  и  $NH_4OH$ , а затем прибавьте одну каплю спиртового раствора оксихинолина, при этом выпадает зеленовато-желтый кристаллический осадок.

Условия реакции:

V- Осаждение следует проводить при  $pH = 8-13$ .

2. Осаждение лучше проводить при нагревании.

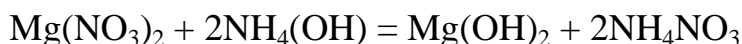
3. Катионы  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  предварительно следует осадить сульфатом натрия.

### **Реакция Тананаева.**

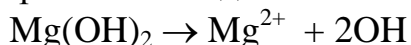
Эта реакция основана на том, что гидроокись магния, частично растворяясь в воде, создает  $pH = 10$ , при котором индикатор фенолфталеин образует ярко-красную окраску.

Выполнение реакции:

На полоску фильтровальной бумаги поместите каплю раствора  $Mg(NO_3)_2$  и каплю 2N раствора  $NH_4OH$ . Бумага окрасится в красный цвет, что зависит как от присутствия избытка  $NH_4OH$ , так и от образования гидроокиси магния:



При этом аммиак и вода улетучиваются и красная окраска исчезает. Если теперь обработать бумажку каплей воды, то в присутствии  $Mg^{2+}$  она снова покраснеет вследствие частичного растворения  $Mg(OH)_2$ :



В отсутствие ионов  $Mg^{2+}$  бумага останется бесцветной. Реакции не мешают:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ .