**Первая аналитическая группа катионов**

К **первой аналитической группе** относят катионы натрия, калия, аммония  (Na+, К+, NH4+). Большинство солей этих катионов хорошо растворимо в воде. Поэтому группового реагента, осаждающего все катионы, не существует.

**Сводная таблица реакций катионов**

**первой аналитической группы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Реактив** | **К+** | **Na+** | **NH4+** |
| NaHC4H406 | Белый кристаллический осадок | - | Белый кристаллический осадок |
| Na3[Co(N02)G] | Желтый кристаллический осадок | - | Желтый кристаллический осадок |
| K[Sb(OH)ti] | - | Белый кристаллический осадок | Белый  аморфный  осадок |
| КОН, NaOH | - | - | Выделение  аммиака |
| K2[HgIJ + КОН | - | - | Красно-бурый  осадок |
| Окрашивание пламени | Фиолетовое | Желтое | - |

**Реакции катиона натрия**

1. **Окрашивание пламени**. При внесении в пламя горелки солей натрия пламя окрашивается в желтый цвет.

2. **Гексагидроксостибиат** (V) **калия K[Sb(OH)6]** с катионами натрия в нейтральной или слабощелочной среде дает белый кристаллический осадок гексагидроксостибиата (V) натрия.

NaCl + K[Sb(OH)6]→ Na[Sb(OH)6]↓ + KCl

При проведении реакции, катионы аммония и магния должны быть удалены, раствор должен быть нейтральным или слабощелочным и достаточно концентрированным, реакцию проводить на холоду.

*Выполнение реакции*: к 3-5 каплям исследуемого раствора прибавляют по каплям 2н. раствор щелочи калия (КОН) до сильнощелочной реакции (проба на лакмус). Нагревают смесь до кипения, если выпадет осадок, его отделяют центрифугированием и к прозрачному раствору после отделения осадка по каплям прибавляют 2н. раствор соляной кислоты HCl. Для нейтрализации избытка КОН и получения слабощелочной реакции, проверить лакмусом. При кислой или нейтральной реакции прибавляют 1-2 капли 2н. щелочи калия КОН. Затем выпаривают раствор до объема 3-5 капель и прибавляют 2-3 капли раствора K[Sb(OH)6]; потирают стенки пробирки стеклянной палочкой, пробирку охлаждают в струе холодной воды. Выпадение белого кристаллического осадка говорит о присутствии катионов натрия Na+; хлопьевидный осадок не служит доказательством присутствия катиона натрия, так как это может быть осадок метасурьмяной кислоты  HSb03.

**Реакции катиона калия**

1. **Окрашивание пламени**. Соли калия, особенно хлориды и нитраты, окрашивают бесцветное пламя горелки в бледно-фиолетовый цвет. *Выполнение реакции*: платиновую или нихромовую проволоку предварительно очистить. Очищенную проволоку погрузить в исследуемый раствор и затем ввести ее в бесцветное пламя горелки. В присутствии калия К+ пламя окрашивается в фиолетовый цвет, анализ проводят в вытяжном шкафу.

2. **Гексанитритокобальтат (III) натрия Na3[Co(NO2)6]** в нейтральном или уксуснокислом растворе дает желтый кристаллический осадок гексанитритокобальтат(III) калия и натрия.

2KCl + Na3[Co(NO2)6] = K2Na[Co(NO2)6]↓ + 2NaCl

Реакции мешают соли аммония, которые с данным реактивом образуют аналогичный осадок.

2NH4Cl + Na3[Co(NO2)6] = (NH4)2Na[Co(NO2)6]↓ + 2NaCl

Чтобы открыть катион калия, катион аммония из раствора удаляют выше указанным способом.

3. **Винная кислота или кислый тартрат натрия** осаждают катионы калия К+ из нейтральных или слабокислых растворов в виде мелких кристаллов гидротартрата калия белого цвета, реакцию следует проводить на холоду (охлаждать пробирку в холодной воде) и при создании центров кристаллизации (слегка стеклянной палочкой потереть о стенки пробирки).

KNO3 + H2C4H4O6 → KHC4H4O6 + HNO3

HNO3 + CH3COONa → CH3COOH +NaNO3

KNO3 +H2C4H4O6 +CH3COONa → KHC4H4O6 ↓ + NaNO3+ CH3COOH

гидротартрат калия

NaHC4H4O6 + KCl = KHC4H4O6↓ + NaCl

Данной реакции мешают катионы аммония, которые дают аналогичный белого цвета мелкокристаллический осадок.

NaHC4H4O6 + NH4Cl = NH4HC4H4O6↓ + NaCl

*Выполнение реакции:*к 3-5 каплям исследуемого раствора прибавить 3-4 капли 1н. раствора винной кислоты и 2н. раствора ацетата натрия CH3COONa. Осторожно потирать стеклянной палочкой о стенки пробирки и охлаждать пробирку в холодной воде. В присутствии калия выпадает белый кристаллический осадок.

4. **Хлорная кислота HClO4.**

В нейтральных растворах солей калия осаждает белый кристаллический осадок перхлората калия KClO4.

Перхлорат калия немного растворим в воде, но почти не растворим в 97% этиловом спирте, насыщенном хлорной кислотой, и еще менее растворим в бутиловом спирте. Хлорная кислота не дает осадка с катионом аммония NH4+. Следовательно, хлорная кислота применима как реактив на катион калия в присутствии катиона аммония.

**Реакции катиона аммония**

Ион аммония мешает определению натрия и калия, поэтому перед обнаружением этих элементов его надо удалить, пользуясь летучестью солей аммония при прокаливании или способностью его реагировать в щелочных, нейтральных и слабокислых средах с формальдегидом с образованием осадка уротропина:

4 NH3 + 6СН2O → (СН2)6N4 + 6H2O

1. **Едкие щелочи при нагревании** с солями аммония выделяют аммиак. t

NH4Cl + KOH → KCl + NH3↑ + H2O

Присутствие аммиака можно обнаружить по запаху, по посинению влажной индикаторной бумажки или же по почернению фильтровальной бумаги, смоченной раствором нитрата ртути (I).

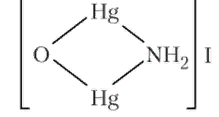
2Hg2(NO3)2 + 4 NH3 + H2O = [O Hg2NH2]NO3 + 2Hg↓ + 3NH4NO3

При этой реакции происходит дисмутация однозарядной ртути на двухзарядную и металлическую. Двухзарядная ртуть в виде радикала Hg замещает 2 атома водорода в ионе аммония, получается оксидимеркуриат аммония.

*Выполнение реакции*: в пробирку помещают анализируемый раствор, прибавляют 3-5 капель 2н. раствора КОН, сверху пробирки кладут влажную индикаторную бумагу или полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором Hg2(NO3)2. Смесь слегка нагревают. Посинение универсальной бумаги или почернение фильтровальной указывает на присутствие NH4+.

2. **Реактив Несслера – тетрайодомеркуриат (II) калия** **K2[HgI4]** в смеси со щелочью калия осаждает катионы аммония NH4+ в виде оранжево-коричневого осадка.

NH4Cl + 2 K2[HgJ4] + 4 KOH → [OHg2NH2]J ↓ + KCl + 7 KJ + 3 H2O



*Выполнение реакции*: в пробирку вносят каплю исследуемого раствора, прибавляют 5-10 капель воды и 3-4 капли раствора Несслера (реактив должен быть взят в избытке). В присутствии катионов аммония или аммиака выпадает оранжево-коричневый аморфный осадок. Данной реакции мешают: Fe2+, Fe3+, Cr3+, Co2+, Ni2+,Cu2+,Hg2+, Sb3+, Sn2+.

Открытие катиона NH4+ реактивом Несслера в присутствии катионов, дающих окрашенные нерастворимые гидроксиды: в пробирку помещают 2-3 капли исследуемого раствора прибавляют 0,5 мл раствора тартрата калия, натрия массовой долей 50% KNaC4H4O6, который с большинством катионов образует растворимые комплексные ионы, и 3-5 капель реактива Несслера. В присутствии NH3 или NH4+ выпадает оранжево-коричневый осадок.

# 3. Термическое разложение солей аммония.

NH4Cl = NH3 ↑+ HCl

Если в состав соли входит анион нелетучей кислоты, не являющийся окислителем, то выделяется только H3N↑.

(NH4)3PO4 = 3 NH3↑ + H2O + HPO3

При разложении соли аммония, анион которой является окислителем, аммиак окисляется до элементарного азота или до оксидов азота.

(NH4)2Cr2O7 = N2 + 4H2O + Cr2O3

NH4NO3 = N2O + 2H2O

*Выполнение реакции*: в маленькую фарфоровую чашку вносят 2-3 мл исследуемого раствора. Ставят чашку на электроплитку под тягой, выпаривают раствор досуха, затем медленно прокаливают остаток до полного удаления белого дыма, чашку охлаждают и прибавляют 3-5 капель дистиллированной воды и проверяют отсутствие катионов аммония реактивом Несслера, который можно получить:

Hg(NO3)2 + 2KJ = HgJ2↓ + 2KNO3

красного цвета

HgI2 + 2KI = K2[HgJ4]

Комплексное соединение, тетраиодомеркуриат (II) калия, его щелочной раствор и есть реактив Несслера.

**Анализ группы при совместном присутствии**

К небольшой порции раствора прибавляют щелочь калия или натрия, нагревают и вносят индикаторную бумажку или фильтровальную, смоченную нитратом однозарядной ртути, при обнаружении катионов аммония который из раствора удаляют.

Удаление катиона аммония выпариванием раствора и прокаливанием до полного разложения солей аммония; проба на полноту удаления NH3 из одной капли прокаленного раствора в присутствии реактива Несслера не дает красно-бурого осадка. Прокаленный раствор делят на 2 порции, из одной открывают катион К+ гексанитритокобальтатом (III) натрия в нейтральной или слабокислой среде, выпадение желтого осадка говорит о присутствии катионов К+.

Из другой порции прокаленного раствора открываем катион Na+ гексагидроксостибиатом (V) калия K[Sb(OH)6] в нейтральной, слабокислой среде, на холоду при создании центров кристаллизации. Выпадение белого кристаллического осадка говорит о присутствии катиона Na+.