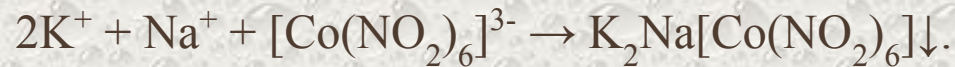


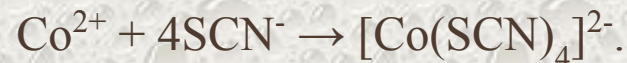
# ДРОБНЫЙ И СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ХОД АНАЛИЗА ИОНОВ

---

- **Дробный метод анализа** – обнаружение ионов в отдельных порциях сложной смеси при условии устранения влияния посторонних мешающих ионов.



гексанитрокобальтат (III) дикалия-натрия – желтый



тетратиоцианатокобальтат (II)-анион – синий

- **Систематический ход анализа** – определенная последовательность реакций обнаружения и отделения аналитических групп ионов. Группы ионов подразделяют на подгруппы, а затем в пределах подгруппы разделяют индивидуальные ионы и обнаруживают их при помощи характерных реакций.

# КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ ПО ГРУППАМ

---

- \* Аналитическая классификация катионов базируется на химических свойствах катионов и связана с их электронным строением и положением элементов в периодической системе Д.И.Менделеева
- \* В основу распределения катионов по группам положены *отношение катионов к действию аналитических реагентов и свойства продуктов реакций.*

Типы классификации катионов по группам:

- сероводородный (сульфидный)
- аммиачно-фосфатный
- кислотно-основной
- карбонатный
- бифталатный
- тиоацетамидный

# СЕРОВОДОРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ ПО ГРУППАМ

Метод анализа, в котором в качестве группового реагента применяют раствор  $\text{H}_2\text{S}$ , называют *сероводородным методом обнаружения катионов и анализа их смесей*.

Основан на образовании малорастворимых сульфидов, карбонатов и хлоридов

№ группы	катионы	групповой реагент
1	$\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+, \text{Mg}^{2+}$	-----
2	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ $(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{pH} = 9.2)$
3	$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ $(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{pH} = 7 \div 9)$
4	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}$	$\text{H}_2\text{S} (\text{pH} = 0.5),$ $\text{HCl}$
	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn(IV)}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb(V)}, \text{As(III)}, \text{As(V)}$	
5	$\text{Ag}^+, \text{Hg}_2^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	$\text{HCl}$

# СЕРОВОДОРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ ПО ГРУППАМ

## Преимущества и недостатки метода

- применяется более 100 лет
- теоретические основы метода хорошо разработаны
- нельзя разделить катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$
- сульфиды окисляются до сульфатов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ )
- токсичность растворов сероводорода

# АММИАЧНО-ФОСФАТНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА КАТИОНОВ

---

Метод основан на использовании различной растворимости фосфатов в воде, сильных и слабых кислотах, щелочах и водном растворе аммиака.

Растворяются в  $\text{H}_2\text{O}$  :  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ :  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  
 $\text{Hg}_3(\text{PO}_4)_2$

$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ,  $\text{MnNH}_4\text{PO}_4$ ,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  
 $\text{CrPO}_4$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{BiPO}_4$ ,  $\text{Sn}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $(\text{SbO})_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Hg}_3\text{PO}_4$

в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{BiPO}_4$ ,  $\text{CrPO}_4$

## Преимущества и недостатки метода

- нетоксичен
- высокая точность и экспрессность проведения анализа
- присутствие фосфат-ионов в анализируемом растворе не мешает проведению анализа

## АММИАЧНО-ФОСФАТНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА КАТИОНОВ

№ группы	катионы	групповой реагент	растворитель
1	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	-----	$\text{H}_2\text{O}$
2	$\text{Li}^+, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Bi}^{3+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4,$ $\text{NH}_4\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$		
3	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Zn}^{2+},$ $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4,$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
4	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn(IV)}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb(V)},$ $\text{As(III)}, \text{As(V)}$	$\text{HNO}_3$	
5	$\text{Ag}^+, \text{Hg}_2^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	$\text{HCl}$	

# КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ КАТИОНОВ

Кислотно-основной метод анализа основан на делении катионов на шесть аналитических групп в зависимости от их отношения к кислотам и растворам оснований.

№ группы	катионы	групповой реагент
1	$\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$	HCl
2	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )
3	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn(IV)}$ , $\text{As(III)}$ , $\text{As(V)}$	NaOH, $\text{H}_2\text{O}_2$
4	$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Sb}^{3+}$ , $\text{Sb(V)}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Bi}^{3+}$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , NaOH
5	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
6	$\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$	-----

# КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ КАТИОНОВ

---

## Преимущества и недостатки метода

- нетоксичен, прост и не требует дорогостоящих реактивов
- неприменим, если в анализируемом растворе содержатся фосфат-ионы
- трудоемок перевод сульфатов кальция, стронция и бария в соответствующие карбонаты
- нечеткость разделения катионов по группам (растворимость  $PbCl_2$  и  $CaSO_4$  [ $H_2O$ ],  $Cu(OH)_2$  [ $NaOH$ ],  $Mg(OH)_2$  [ $NH_3 \cdot H_2O$ ,  $NH_4Cl$ ])



# КЛАССИФИКАЦИЯ АНИОНОВ

## 1 Классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах анионов

	анионы	групповой реагент
анионы-окислители	$\text{BrO}_3^-$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{MnO}_4^-$	KI
анионы-восстановители	$\text{S}^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{NO}_2^-$	$\text{I}_2$
	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{SCN}^-$	$\text{KMnO}_4$
индифферентные анионы	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	-----

# КЛАССИФИКАЦИЯ АНИОНОВ

## 2 Классификация анионов по групповым реагентам, основанная на образовании малорастворимых солей бария и серебра

### Первая аналитическая группа

Их групповым реагентом является **хлорид бария** в нейтральном или слабощелочном растворе. Эти анионы образуют с катионами  $Ba^{2+}$  малорастворимые в воде соли, которые (за исключением  $BaSO_4$ ) растворимы в разбавленных растворах минеральных кислот. Поэтому анионы первой аналитической группы (кроме  $SO_4^{2-}$ ) не осаждаются ионами  $Ba^{2+}$  из кислых растворов.

Йодат- и бромат-ионы образуют с катионами бария малорастворимые соединения, поэтому выпадают в осадок вместе с анионами первой аналитической группы.

#### Анионы:

сульфат	$-SO_4^{2-}$ ,	арсенат (III)	$-AsO_3^{3-}$ ,
сульфит	$-SO_3^{2-}$ ,	арсенат (V)	$-AsO_4^{3-}$ ,
тиосульфат	$-S_2O_3^{2-}$ ,	оксалат	$C_2O_4^{2-}$ ,
карбонат	$-CO_3^{2-}$ ,	силикат	$-SiO_3^{2-}$ ,
фосфат	$-PO_4^{3-}$ ,	метаборат	$-BO_2^-$ ,
хромат	$-CrO_4^{2-}$ ,	фторид	$-F^-$ .

# КЛАССИФИКАЦИЯ АНИОНОВ

---

## Вторая аналитическая группа

Их групповым реагентом является **нитрат серебра** в присутствии азотной кислоты,  $c(\text{HNO}_3) = 2$  моль/дм<sup>3</sup>. Галогениды и сульфид серебра ( $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ) нерастворимы в разбавленных растворах кислот.

Соли серебра, образуемые анионами первой аналитической группы (арсенат (III), арсенат (V), метаборат, карбонат, оксалат, хлорат, хромат, фосфат, сульфит, сульфат серебра), растворимы в растворах кислот.

<b>Анионы:</b>	хлорид	– $\text{Cl}^-$ ,	бромат	– $\text{BrO}_3^-$ ,
	бромид	– $\text{Br}^-$ ,	сульфид	– $\text{S}^{2-}$ ,
	йодид	– $\text{I}^-$ ,	тиоцианат	– $\text{SCN}^-$ .
	йодат	– $\text{IO}_3^-$ ,		

# КЛАССИФИКАЦИЯ АНИОНОВ

---

## Третья аналитическая группа

Для анионов этой группы группового реагента нет

Привести схему систематического хода + разобрать другие классификации  
рассмотреть открытие анионов дробным и систематическим методом  
открытие катионов дробным методом

**Анионы:** ацетат –  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , перманганат –  $\text{MnO}_4^-$ ,  
нитрат –  $\text{NO}_3^-$ , хлорат –  $\text{ClO}_3^-$ ,  
нитрит –  $\text{NO}_2^-$ .