



# Качественный анализ неорганических объектов



# Основа качественного анализа

Вещество + реагент → характерный признак – **аналитический сигнал:**

- Изменение окраски
- Образование / растворение осадка
- Выделение газа
- Запах



## Реагенты:

- Специфические – ан. сигнал с 1 веществом
- Селективные – с 2-3 веществами
- Групповые – с группой веществ

# Сероводородная схема анализа катионов

группа	катионы	Групповой реагент	Характеристика взаимодействия
I	$K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ , $Mg^{2+}$	-	$S^{2-}$ и $CO_3^{2-}$ р-мы в воде
II	$Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$	$(NH_4)_2CO_3$	$S^{2-}$ р-мы, $CO_3^{2-}$ нер-мы
III	$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Ni^{2+}$	$H_2S$ (pH > 7)	$S^{2-}$ и $OH^-$ р-мы в разб.кислотах, нер-мы в воде
IV	$Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Bi^{3+}$ , $As^{III}$ , $As^V$ , $Sb^{III}$ , $Sb^V$ , $Sn^{2+}$ , $Sn^{IV}$	$H_2S$ (pH 0,5)	$S^{2-}$ нер-мы в разб.кислотах (и в воде)
V	$Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$	HCl	$S^{2-}$ и $Cl^-$ нер-мы в воде и разб.кислотах

# Аммиачно-фосфатная схема анализа катионов

группа	катионы	Групповой реагент	Характеристика взаимодействия
I	$K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$	-	$PO_4^{3-}$ р-мы в воде
II	$Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Fe^{2+}$ , <i><math>Fe^{3+}</math>, <math>Cr^{3+}</math>, <math>Al^{3+}</math>, <math>Bi^{3+}</math></i>	$(NH_4)_2HPO_4$ , $NH_3$	$PO_4^{3-}$ нер-мы в воде и $NH_3$ , р-мы в $CH_3COOH$ . <i><math>PO_4^{3-}</math> нер-мы в <math>CH_3COOH</math>, р-мы в <math>HCl</math></i>
III	$Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$	$NH_3$	$PO_4^{3-}$ р-мы в $NH_3$ (в воде нер-мы)
IV	$As^{III}$ , $As^V$ , $Sb^{III}$ , $Sb^V$ , $Sn^{2+}$ , $Sn^{IV}$	$HNO_3$	кислоты нер-мы в воде
V	$Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$	$HCl$	$Cl^-$ нер-мы в воде и разб.кислотах

# Кислотно-щелочная схема анализа катионов

группа	катионы	Групповой реагент	Характеристика взаимодействия
I	$K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ , $Li^+$	-	$Cl^-$ , $SO_4^{2-}$ , $OH^-$ р-мы в воде
II	$Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{2+}$	$H_2SO_4$	$SO_4^{2-}$ нер-мы в воде и разб.кислотах
III	$Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$	$HCl$	$Cl^-$ нер-мы в воде и разб.кислотах (и $SO_4^{2-}$ )
IV	$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Sn^{IV}$	$NaOH$	$OH^-$ р-мы в изб. щелочи
V	$Fe^{3+}$ , $Fe^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Bi^{3+}$ , $Sb^{III}$ , $Sb^V$	$NH_3$	$OH^-$ нер-мы в изб. $NH_3$ (и щелочи)
VI	$Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Mg^{2+}$	$NH_3$	$OH^-$ р-мы в изб. $NH_3$ (но не р-мы в щелочи)

# Схема анализа анионов

группа	анионы	Групповой реагент	Характеристика взаимодействия
I	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{F}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{MnO}_4^-$	$\text{BaCl}_2$	Соли $\text{Ba}^{2+}$ нер-мы в воде, соли $\text{Ag}^+$ р-мы в кислотах
II	$\text{SCN}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{IO}_3^-$ , $\text{BrO}_3^-$ , $\text{ClO}^-$	$\text{AgNO}_3$	Соли $\text{Ag}^+$ нер-мы в воде и разб. кислотах, соли $\text{Ba}^{2+}$ р-мы в воде
III	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{HCl}$	Соли $\text{Ba}^{2+}$ и $\text{Ag}^+$ р-мы в воде

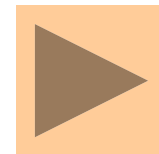
# Анализ раствора

## 1. Цвет

группа	катионы
IV	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{\text{IV}}$
V	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sb}^{\text{III}}$ , $\text{Sb}^{\text{V}}$
VI	$\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$

группа	анионы
I	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{F}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{MnO}_4^-$

# 2. pH



pH > 7 ⇒ основание или:

pH < 7 ⇒ кислота или:

гр.	анионы
I	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{F}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{MnO}_4^-$
II	$\text{SCN}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{IO}_3^-$ , $\text{BrO}_3^-$ , $\text{ClO}^-$
III	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$

гр.	катионы
I	$\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Li}^+$
II	$\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$
III	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$
IV	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{\text{IV}}$
V	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sb}^{\text{III}}$ , $\text{Sb}^{\text{V}}$
VI	$\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$



# 3. Проба на Ох/Red

## • Пробы на окислитель

1) + 2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KI (с добавкой орг. р-ля / крахмала) → I<sub>2</sub>  
(розово-фиол. окраска орг. слоя / синяя окраска)

Дают пробу: Fe<sup>3+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>...

2) + дифениламин → дифенилбензидин (сине-фиолетовая окраска)

Дают пробу: все выше + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



## • Пробы на восстановитель

1) + 2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KMnO<sub>4</sub> → Mn<sup>2+</sup> (обесцвечивание)

Дают пробу: Fe<sup>2+</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, I<sup>-</sup>...

2) + 2M NaOH + KMnO<sub>4</sub>, t° → MnO<sub>2</sub> (буреет)

# 4. Разложение неустойчивых КОМПОНЕНТОВ

+ 2M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, t°

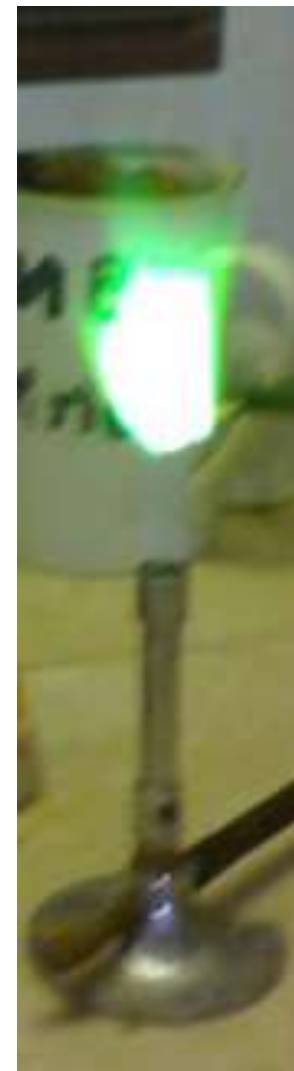
- CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> → CO<sub>2</sub>↑ → помутнение Ca(OH)<sub>2</sub>
- SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> → SO<sub>2</sub>↑ → помутнение Ca(OH)<sub>2</sub>, обесцвечивание KMnO<sub>4</sub>, H<sup>+</sup>, запах
- S<sup>2-</sup> → H<sub>2</sub>S↑ → черный↓ с Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, обесцвечивание KMnO<sub>4</sub>, H<sup>+</sup>, запах
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> → HNO<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O + NO↑ + NO<sub>2</sub>↑ бурый газ с запахом
- CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> → CH<sub>3</sub>COOH↑ запах уксуса
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → NH<sub>3</sub>↑ → изменение окраски лакмуса и фенолфталеина, запах



# 5. Окрашивание пламени



$\text{Li}^+$	Карминово-красный
$\text{Na}^+$	Желтый
$\text{K}^+$	Бледно-фиолетовый
$\text{Ca}^{2+}$	Кирпично-красный
$\text{Sr}^{2+}$	Алый
$\text{Ba}^{2+}$	Желто-зеленый
$\text{Cu}^{2+}$	Зеленый



# 6. Групповой анализ

## Катионы:

- + HCl → III группа ↓. Отделяем.
- + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → II группа ↓. Отделяем.
- + NaOH по каплям → IV, V, VI группа ↓. В растворе – I группа.

## К осадку:

- + NaOH изб. → в растворе – IV группа.
- + NH<sub>3</sub> изб. + NH<sub>4</sub>Cl → в растворе – VI группа.  
V группа ↓.

## Анионы:

- + Ba<sup>2+</sup> → I группа ↓. Отделяем.
- + Ag<sup>+</sup> → II группа ↓. Отделяем. В растворе – III группа.

# 7. Дробный анализ внутри групп

**I группа катионов:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $(NH_4^+)$ ,  $Li^+$**

- Окрашивание пламени

**II группа катионов:  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$**

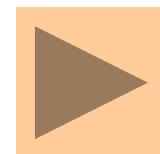
- $2Ba^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = 2BaCrO_4 \downarrow + 2H^+$   
(желтый  $\downarrow$ )
- Окрашивание пламени

**III группа катионов:  $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$**

- $2Pb^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = 2PbCrO_4 \downarrow + 2H^+$   
(желтый  $\downarrow$ )
- $2Ag^+ + 2OH^- = Ag_2O \downarrow + H_2O$  (черный  $\downarrow$ )

## IV группа катионов: $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{\text{IV}}$

- $\text{Cr}^{3+}$  фиолетовый или зеленый,
- $\text{Cr}^{3+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow$  серо-зеленый,
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- \text{ изб.} \rightarrow [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$   
изумрудный
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \text{ изб.} \rightarrow [\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$   
фиолетовый
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \text{ изб.} \neq$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \text{ изб.} \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$



## V группа катионов: $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sb}^{\text{III}}$ , $\text{Sb}^{\text{V}}$

- $\text{Fe}^{2+}$  бледно-зеленоватый (почти б/ц)
- $\text{Fe}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$  зеленоватый, буреет
- $\text{Fe}^{2+} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$  синий
- $\text{Fe}^{3+}$  желтый, оранжевый, бурый
- $\text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow$  бурый, ржавый
- $\text{Fe}^{3+} + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$  синий
- $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_3]$  красный
- $\text{Mn}^{2+}$  бледно-розовый (почти б/ц)
- $\text{Mn}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$  белый, буреет



## VI группа катионов: $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$

- $\text{Cu}^{2+}$  голубой,  $+ \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$  голубой
- $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  синий
- $\text{Cu}^{2+} + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$  бурый
- $\text{Ni}^{2+}$  зеленый,  $+ \text{OH}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \downarrow$  салатный
- $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  синий
- $\text{Co}^{2+}$  розовый,  $+ \text{OH}^- \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow$  розовый (синий)
- $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  оранжевый
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$  растворение
- $\text{Mg}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow$  б/ц





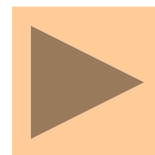
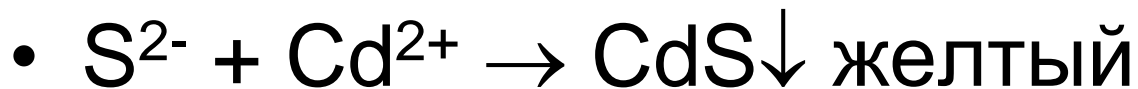
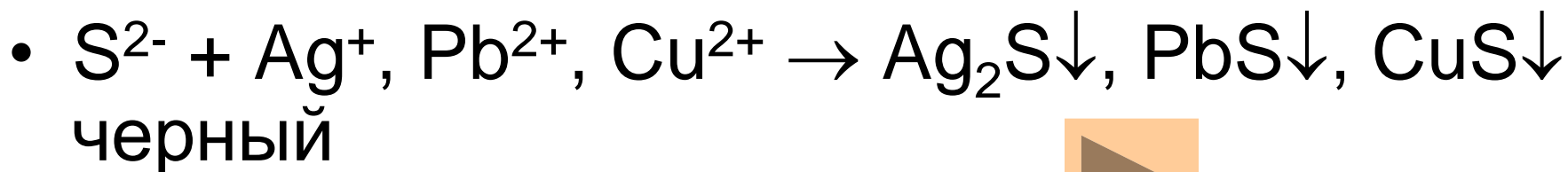
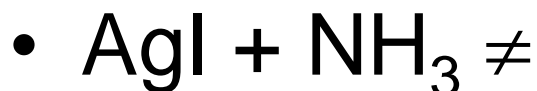
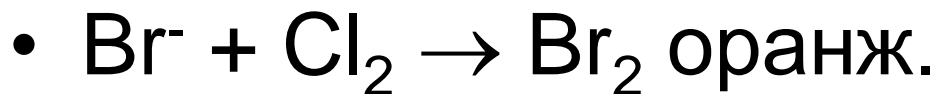
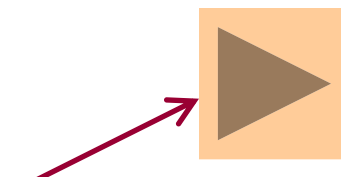
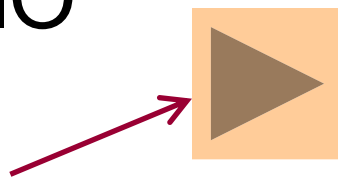
**I группа анионов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$**



- $\text{BaSO}_4$  нер-м в кислотах
- $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow$  восст., кисл. св-ва
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow$  муть
- $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow$  не восст., кисл. св-ва слабые
- $\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow$  б/ц гель
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 \downarrow$  белый  $\rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$  черный
- $\text{PO}_4^{3-} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$  желтый
- $\text{CrO}_4^{2-}$  желтый,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  оранжевый,  $\text{MnO}_4^-$  малиновый, ок. св-ва



## II группа анионов: $\text{SCN}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{IO}_3^-$ , $\text{BrO}_3^-$ , $\text{ClO}^-$



	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{I}^-$
$\text{Ag}^+$	бел	бл-ж	ж
$\text{Pb}^{2+}$	(бел)	бел	ярко-ж

## III группа анионов: $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$

- $\text{NO}_3^-$  + дифениламин  $\rightarrow$  синий
- $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NO}\uparrow + \text{NO}_2\uparrow$  бурый газ  $\longrightarrow$
- $\text{NO}_2^-$  – проба на окислитель
- $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})_6^+$   
красно-бурый « $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ »
- $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}\uparrow$  запах



# Анализ твердого вещества или смеси

- Цвет
- Проба на неустойчивые компоненты
- +  $\text{H}_2\text{O}$  (см. табл. р-мости) → анализ р-ра
- Остаток +  $\text{CH}_3\text{COOH}$  → анализ р-ра (кроме рН)
- Остаток +  $\text{HCl}$  → анализ р-ра (кроме рН)
- Остаток +  $\text{NaOH}$  → проверка на  $\text{Pb}^{2+}$  и анионы
- Остаток +  $\text{NH}_3$  → проверка на  $\text{Ag}^+$  и анионы
- Остаток –  $\text{BaSO}_4$

# Различение газов

- Окрашенные газы

**Cl<sub>2</sub>**

желто-зеленый, резкий запах, отбеливатель, окислитель, + KI → I<sub>2</sub> коричневое или, в присутствии крахмала, синее окрашивание, в водном растворе дает смесь двух кислот: сильной HCl и слабой HClO

**F<sub>2</sub>**

светло-желтый, резкий запах, сильнейший окислитель

**NO<sub>2</sub>**

бурый, резкий запах, в водном растворе дает смесь двух кислот: сильной HNO<sub>3</sub> и слабой HNO<sub>2</sub>

**O<sub>3</sub>**

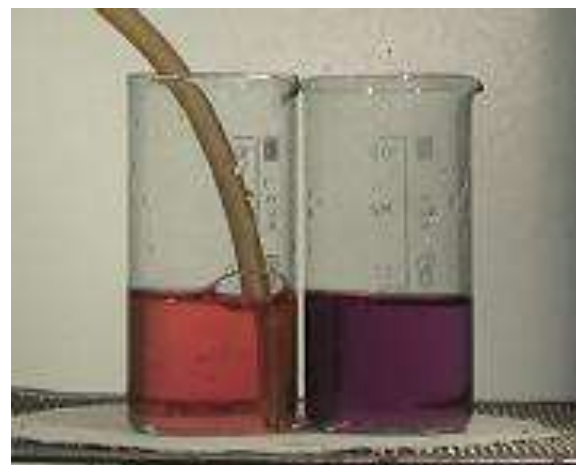
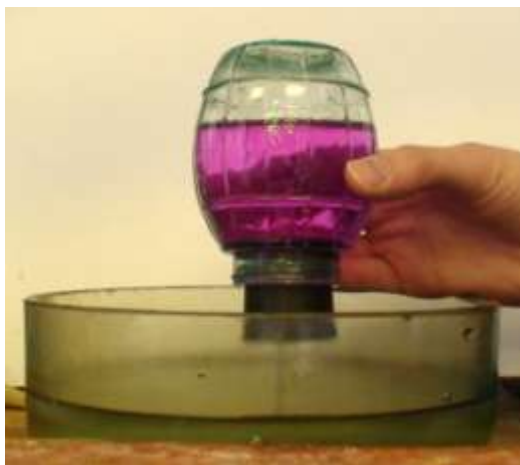
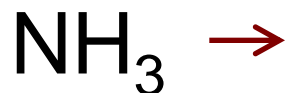
светло-синий при высокой конц-ии, характерный запах, образуется из O<sub>2</sub> в эл. разряде или при УФ-облучении

# Газы, изменяющие окраску индикаторов

Кислая реакция по лакмусу  
(рН перехода 4,0-6,4):



Щелочная реакция по фенолфталеину  
(рН перехода 8,2-10):



# Окислительно-восстановительные свойства газов

- Газы – окислители (+ KI)



- Газы – восстановители (+  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}^+$ )



- $\text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2$  оранжевый
- $\text{HI} \rightarrow \text{I}_2$  бурый
- $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4$  белый дым



# Бесцветные газы

CO	ядовит, горит голубым пламенем, восстановитель
CO <sub>2</sub>	+ Ca(OH) <sub>2</sub> → белый CaCO <sub>3</sub> ↓, растворяющийся при дальнейшем пропускании газа → Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , в водном растворе – очень слабая кислота
H <sub>2</sub>	самый легкий газ, восстановитель, смесь с воздухом взрывоопасна
HCl	дымит во влажном воздухе, в водном растворе – сильная кислота
HF	растворяет стекло и SiO <sub>2</sub> , в водном растворе – слабая кислота
H <sub>2</sub> S	ядовит, «запах тухлых яиц», горит голубым пламенем, восстановитель (обесцвечивание бромной воды или KMnO <sub>4</sub> ), + Pb <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> → черные PbS↓, CuS↓

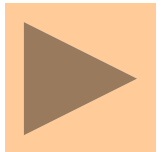


# Бесцветные газы

$N_2$	малоактивный, основной компонент атмосферы
$NH_3$	резкий запах, с $HCl$ образует дым $NH_4Cl$ , в водном растворе – слабое основание
$NO$	в присутствии $O_2$ превращается в бурый газ $NO_2$
$N_2O$	веселящий газ, применяется для наркоза
$O_2$	окислитель, в нем вспыхивает тлеющая лучина
$PH_3$	ядовит, чесночный запах
$SO_2$	резкий запах, отбеливатель, характерны как окислительные, так и восстановительные свойства, в водном растворе – слабая кислота
$Si_nH_{2n+2}$	ядовиты, самовоспламеняются на воздухе

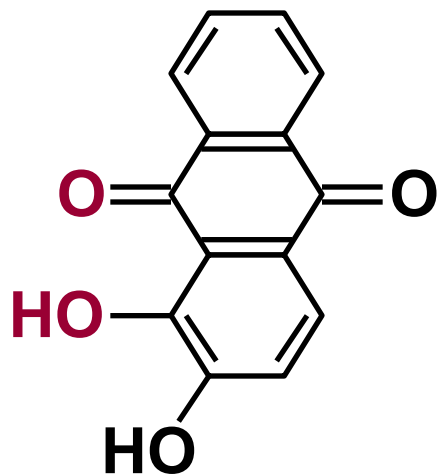
# Органические реагенты в качественном анализе

- $\text{Al}^{3+}$  + ализарин ( $\text{CH}_3\text{COONa}_{\text{ТВ}}$ , t) → красный ↓
- $\text{Ni}^{2+}$  + диметилглиоксим → красный ↓
- $\text{Mg}^{2+}$  + хинализарин (фиол., в 30% NaOH) → синий цвет
- $\text{Zn}^{2+}$  + дитизон → красный цвет
- $\text{NO}_3^-$  + дифениламин → синий цвет

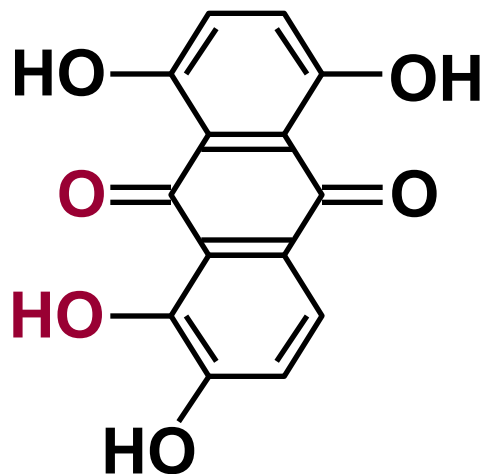




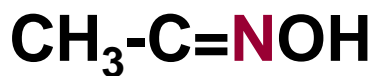
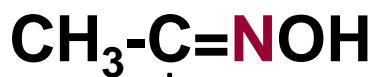
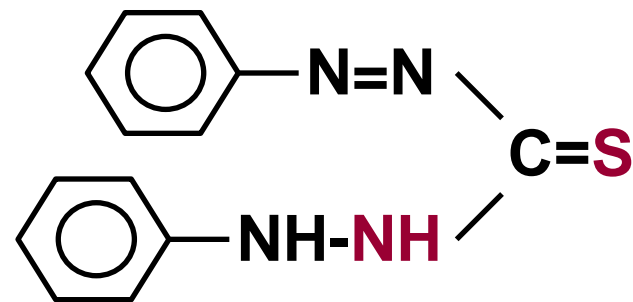
ализарин



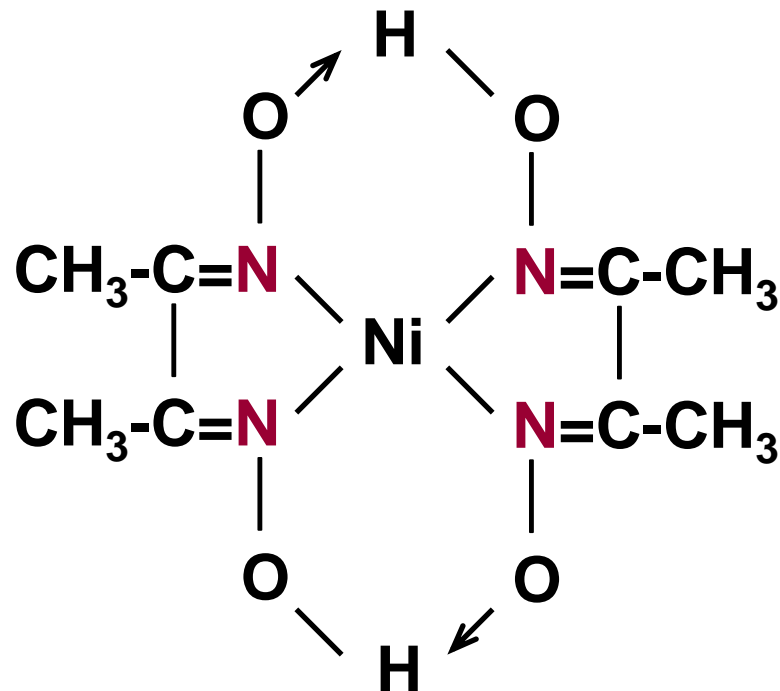
хинализарин



дитизон



диметилглиоксим



# Индикаторы



	Кислая среда	Нейтральная среда	Основная среда
Лакмус		pH 4,0-6,4	
Метилоранж	pH 3,1- 4,0		
Фенолфталеин		pH 8,2-10,0	

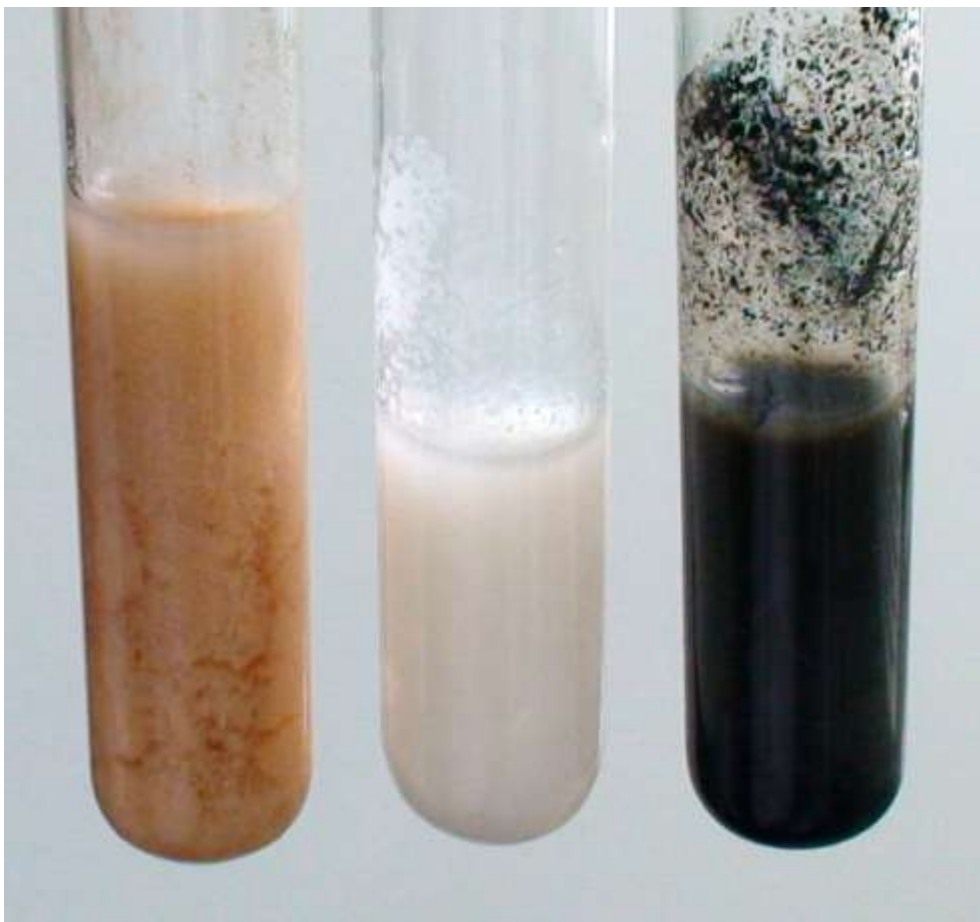


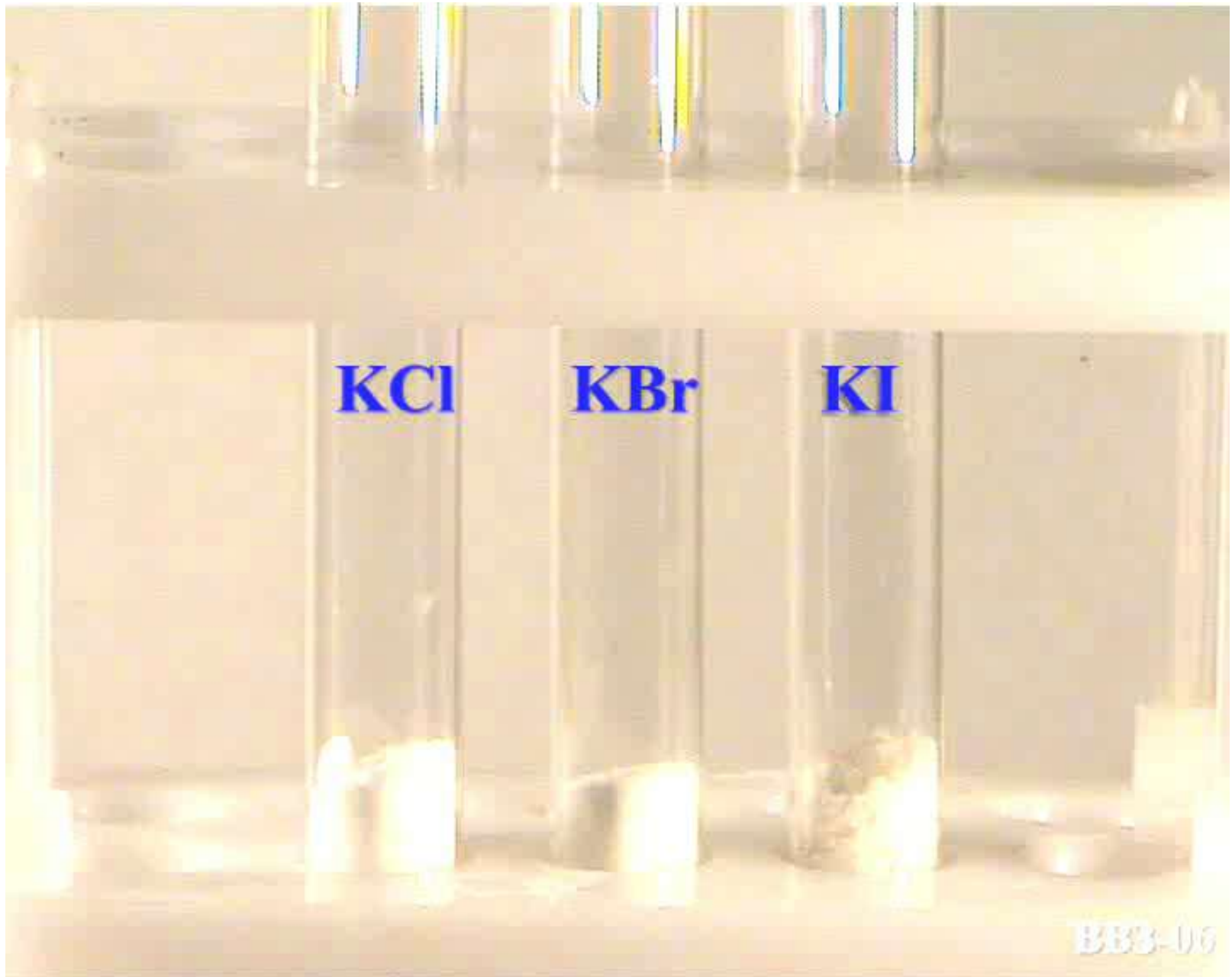
# Сульфиды



**MnS, ZnS, FeS,**

**CdS**



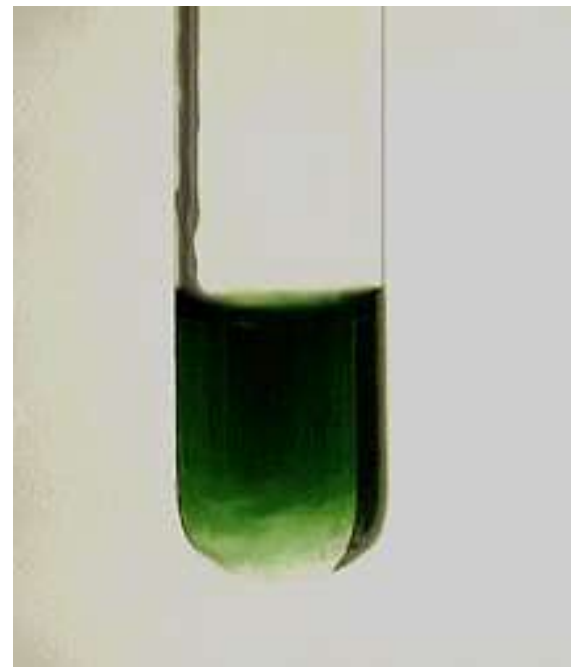


B183-06

**Cr<sup>+3</sup>**



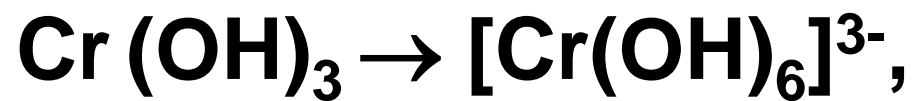
**Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>,  
KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**



**Соли Cr<sup>3+</sup>  
в растворе**







# Соединения катионов V группы



# Соединения железа



**$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  
 $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$**

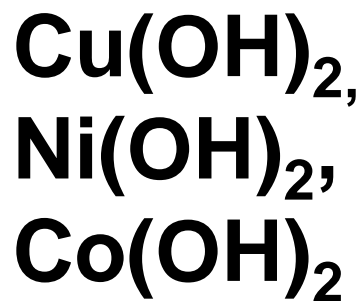
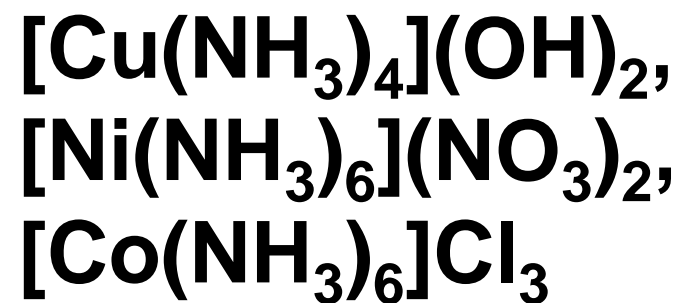


# Соли катионов VI группы

$\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CoCl}_2$

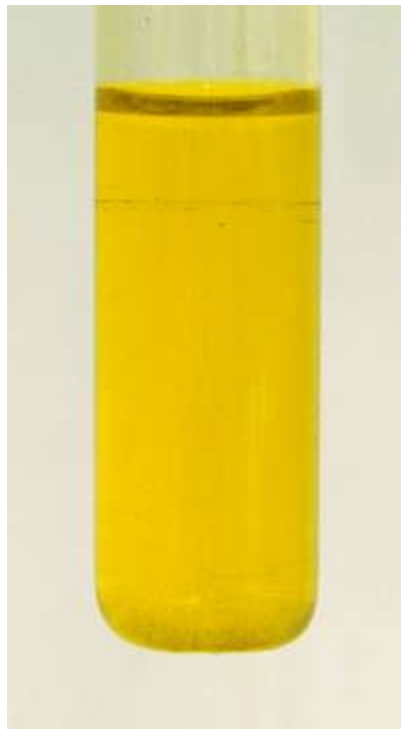


# Гидроксиды и аммиачные комплексы катионов VI группы



# Соли окрашенных анионов

$K_2CrO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $KMnO_4$



# Галогениды серебра и свинца



**AgCl, AgBr, AgI**



**PbCl<sub>2</sub>, PbBr<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>**



