

# ***Определение неорганических соединений***



# Содержание:

1. Кислотно-основные индикаторы
2. Металлы IA и IIA групп
3. Галогены
4. Свинец
5. Хром
6. Цинк
7. Медь
8. Железо
9. Никель
10. Кобальт
11. Марганец
12. Определение некоторых анионов
13. Определение газов
14. Определение осадков солей и гидроксидов
15. Определение солей по окрашиванию раствора

# ***ПОДГОТОВКА К ЕГЭ***

***(вопросы 33 и 37)***

**определение неорганических**

**соединений**

**по описанию и характерным реакциям**



# Кислотно-основные индикаторы

## Метиловый оранжевый



*Кислая среда –  
розовый (pH<7)*

*Нейтральная среда –  
оранжевый (pH=7)*

*Щелочная среда –  
желтый (pH>7)*

# Кислотно-основные индикаторы



## Фенолфталеин

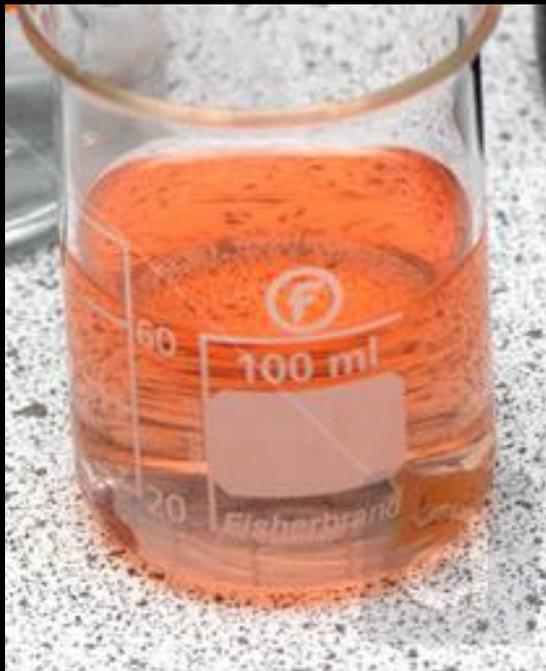
*В щелочной среде –  
малиновый ( $\text{pH} > 7$ )*

*В нейтральной и  
кислой средах –  
бесцветный*

# Кислотно-основные индикаторы

## Лакмус

*В кислой  
среде –  
красный*



*В нейтральной  
среде –  
фиолетовый*



*В щелочной  
среде –  
синий*



# Щелочные металлы хранят под слоем керосина



*Литий Li  
в жидких органических  
растворителях всплывает,  
поэтому его хранят в вазелине*



*Натрий Na*



*Калий K*

*Литий достаточно твердый по сравнению с другими щелочными металлами  
и с трудом режется ножом.*

*Натрий - более мягкий металл, легко режется ножом.*



*Бериллий  $Be$  устойчив на  
воздухе;*

*$Mg$ ,  $Ca$  устойчивы в сухом  
воздухе*

*Стронций  $Sr$  и барий  $Ba$   
хранят под слоем керосина*

# Окрашивание пламени ионами металлов IA группы

*Li*



КАРМИНОВО-  
КРАСНЫЙ

*Na*



ЖЕЛТЫЙ

*K*



ФИОЛЕТОВЫЙ

*Rb*



КРАСНЫЙ

*Cs*



ГОЛУБОЙ

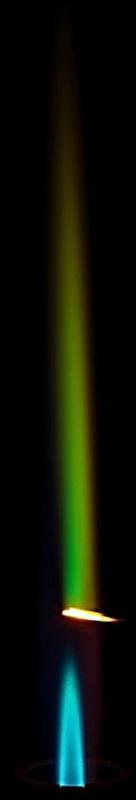


# Окрашивание пламени ионами металлов IIА группы

*Ca*

*Sr*

*Ba*



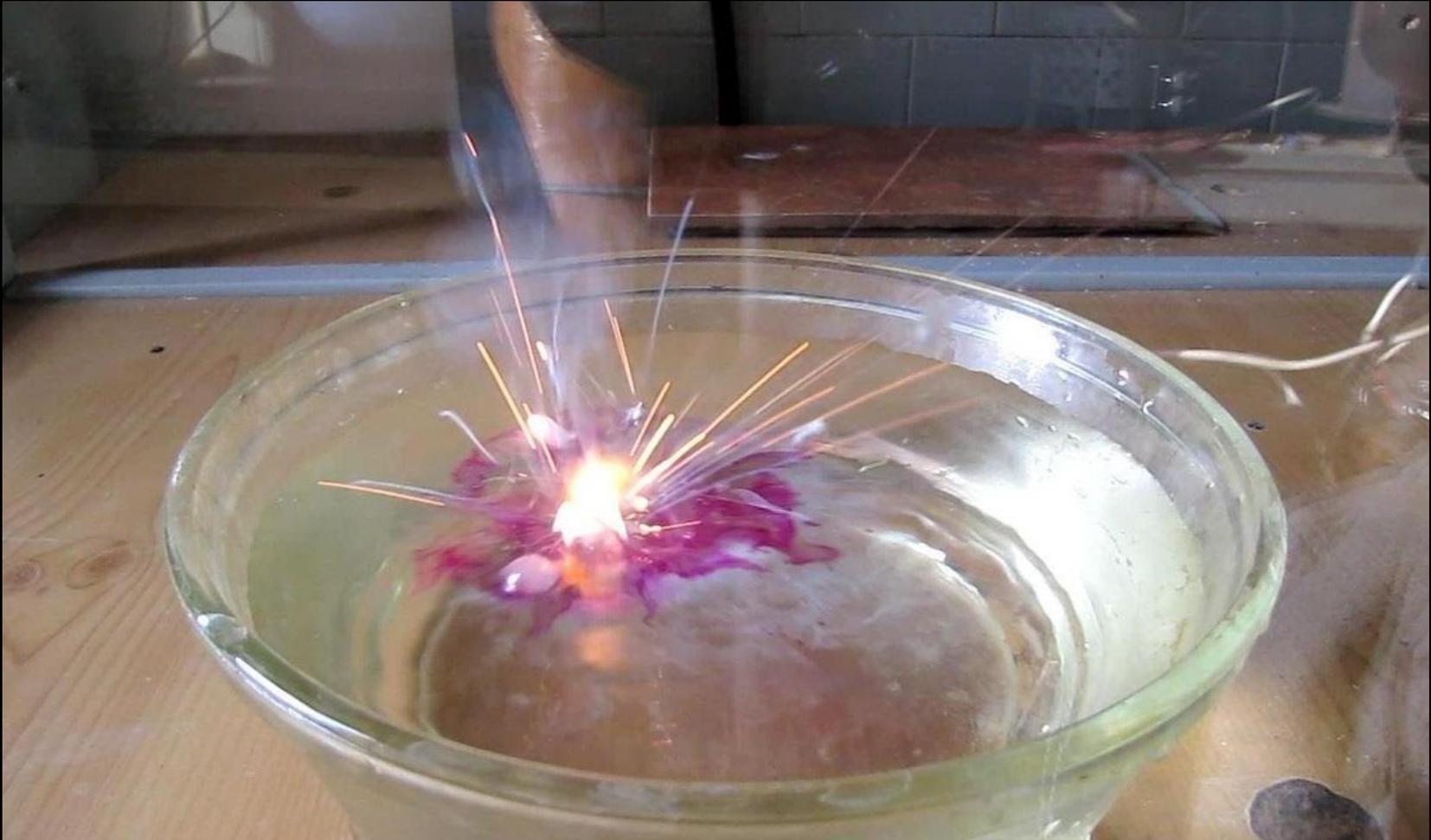
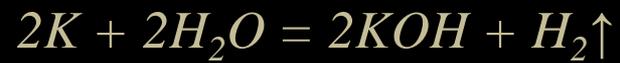
Кирпично-красный

Карминово-красный  
(алый)

Яблочно-зеленый



## Взаимодействие калия с водой



*Калий так энергично реагирует с водой, что выделяющийся в реакции водород загорается.*

## Качественная реакция на ион $K^+$



*Гексанитритокобальтат (III) натрия образует **желтый** кристаллический осадок с ионом калия  $K^+$ :*



# Магний Mg горит на воздухе с выделением большого количества света





## Гидроксид магния



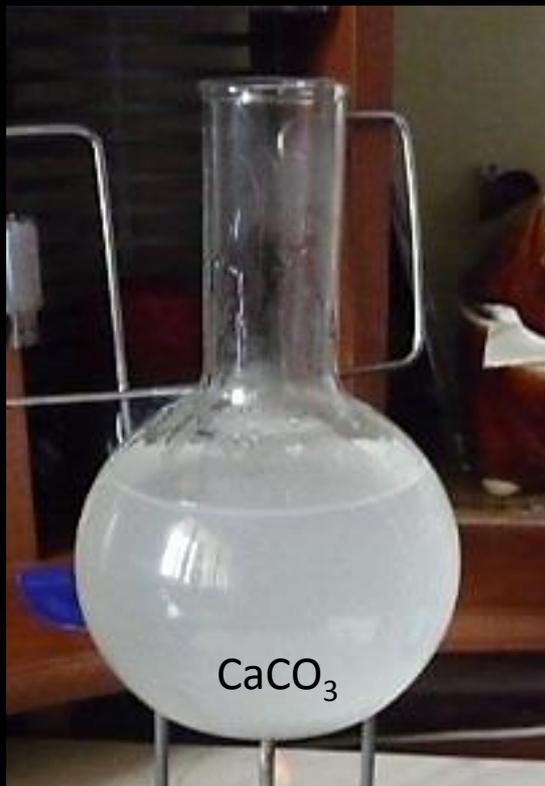
**осадок белого цвета**

*Катионы  $Mg^{2+}$  осаждаются*

*щелочами*



## Определение ионов



## Ионы IIА группы



образуют с карбонат-ионом



осадки белого цвета



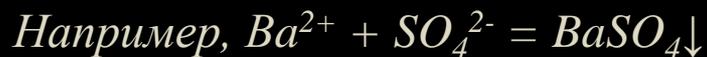
## Определение ионов



Ионы  $\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}$   
образуют с сульфат-ионом



осадок белого цвета



*Кроме того, осадки белого цвета образуются с ионами  $\text{PO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{CO}_3^{2-}$*



# Галогены (VIIA)



$F_2$  (желтый газ)



$Cl_2$  (желто-зеленый газ)



$Br_2$  (бурая зловонная жидкость)



$I_2$  (фиолетовые кристаллы)



Йод при нагревании  
*сублимирует* –  
переходит в  
газообразное  
состояние, минуя  
жидкое.

# Определение галогенид-ионов

***Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>***



***AgCl – белый***

***творожистый осадок***

***AgBr – светло-***

***желтый***

***(кремовый) осадок***

***AgI – желтый***

***осадок***



Галогенид-ионы  
дают осадки с

***Ag<sup>+</sup>***

*(в качестве реактива  
берут растворимую  
соль AgNO<sub>3</sub>)*



***AgF – растворимый  
галогенид серебра!!!***

# Определение фторид-иона F<sup>-</sup>

Обратите внимание на растворимость галогенидов серебра Ag<sup>+</sup> и кальция Ca<sup>2+</sup>:

	H <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
F <sup>-</sup>	Р	Р	Н
Cl <sup>-</sup>	Р	Н	Р
Br <sup>-</sup>	Р	Н	Р
I <sup>-</sup>	Р	Н	Р

Для Ag<sup>+</sup>

фторид AgF

РАСТВОРИМ,

остальные галогениды нет

Для Ca<sup>2+</sup>

фторид CaF<sub>2</sub>

НЕРАСТВОРИМ,

остальные галогениды

растворимы

# Минералы-галлоиды



**Галит (поваренная соль)**



**Флюорит (плавиковый шпат)**



**Криолит –  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$**



**Сильвин  $\text{KCl}$**



**Карналлит -  $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$**

## Определение



ионов  $Pb^{2+}$

Катион  $Pb^{2+}$

образует с сульфид-ионом

$S^{2-}$

осадок **черного** цвета

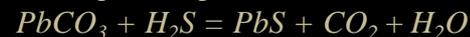
Например,  $Pb^{2+} + S^{2-} = PbS \downarrow$



При действии на сульфид свинца (II) перекиси водорода черный осадок приобретает белый цвет за счет образования сульфата свинца:



Эта реакция используется для реставрации почерневших картин, написанных с использованием свинцовых белил  $PbCO_3$ , которые на воздухе почернели при взаимодействии с  $H_2S$ :



## Галогениды свинца $Pb^{2+}$



Осадки  $PbCl_2$  и  $PbBr_2$   
белого цвета



Осадок  $PbI_2$   
желтого цвета



# Хром *Cr*



*Хром – металл голубовато-белого цвета*

# Оксиды хрома (II), (III) и (VI)



**оксид хрома(II)  
CrO –**

***черного цвета***



**оксид хрома(III)  
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> –**

***зеленого цвета***



**оксид  
хрома(VI) CrO<sub>3</sub>  
(хромовый ангидрид) –**

***темно-красные  
кристаллы***

# Гидроксид хрома (II) $\text{Cr}(\text{OH})_2$

*гидроокись хрома (II)  $\text{Cr}(\text{OH})_2$*

***коричневое аморфное вещество***

*(гидрат желтого цвета)*

*Окисляется кислородом воздуха:*



# Гидроксид хрома (III) $\text{Cr}(\text{OH})_3$



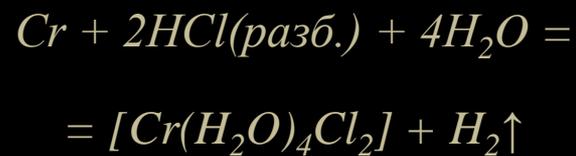
*гидроксид хрома (III)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$*

*серо-зеленое аморфное*

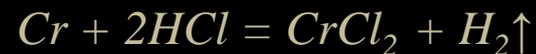
*вещество*



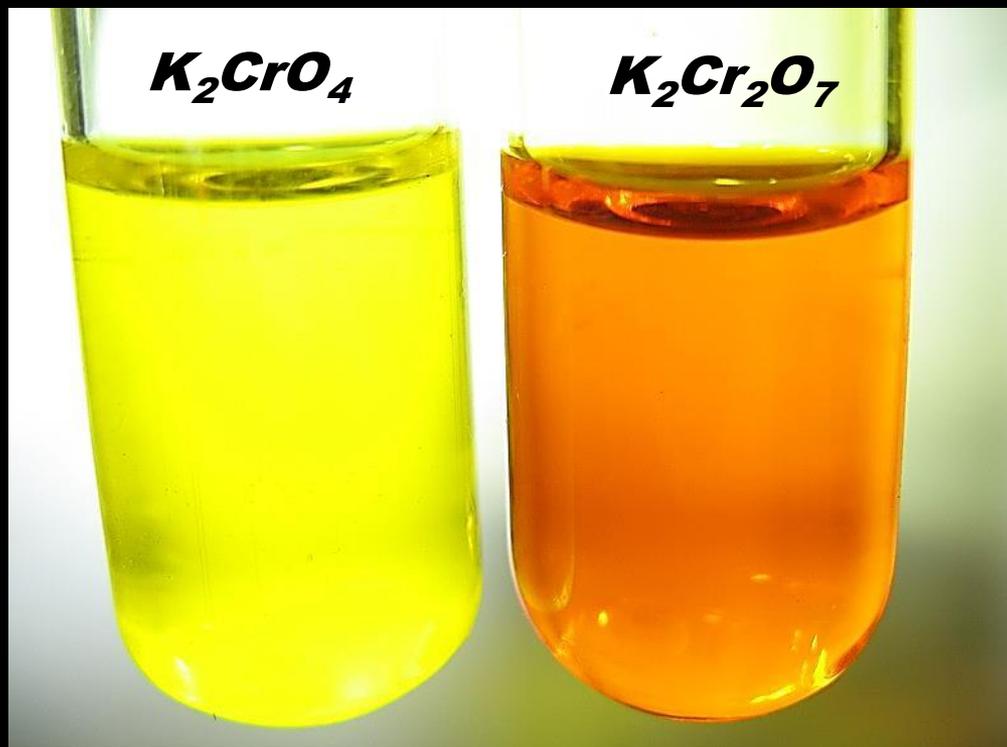
# Взаимодействие хрома с раствором HCl



*или проще:*



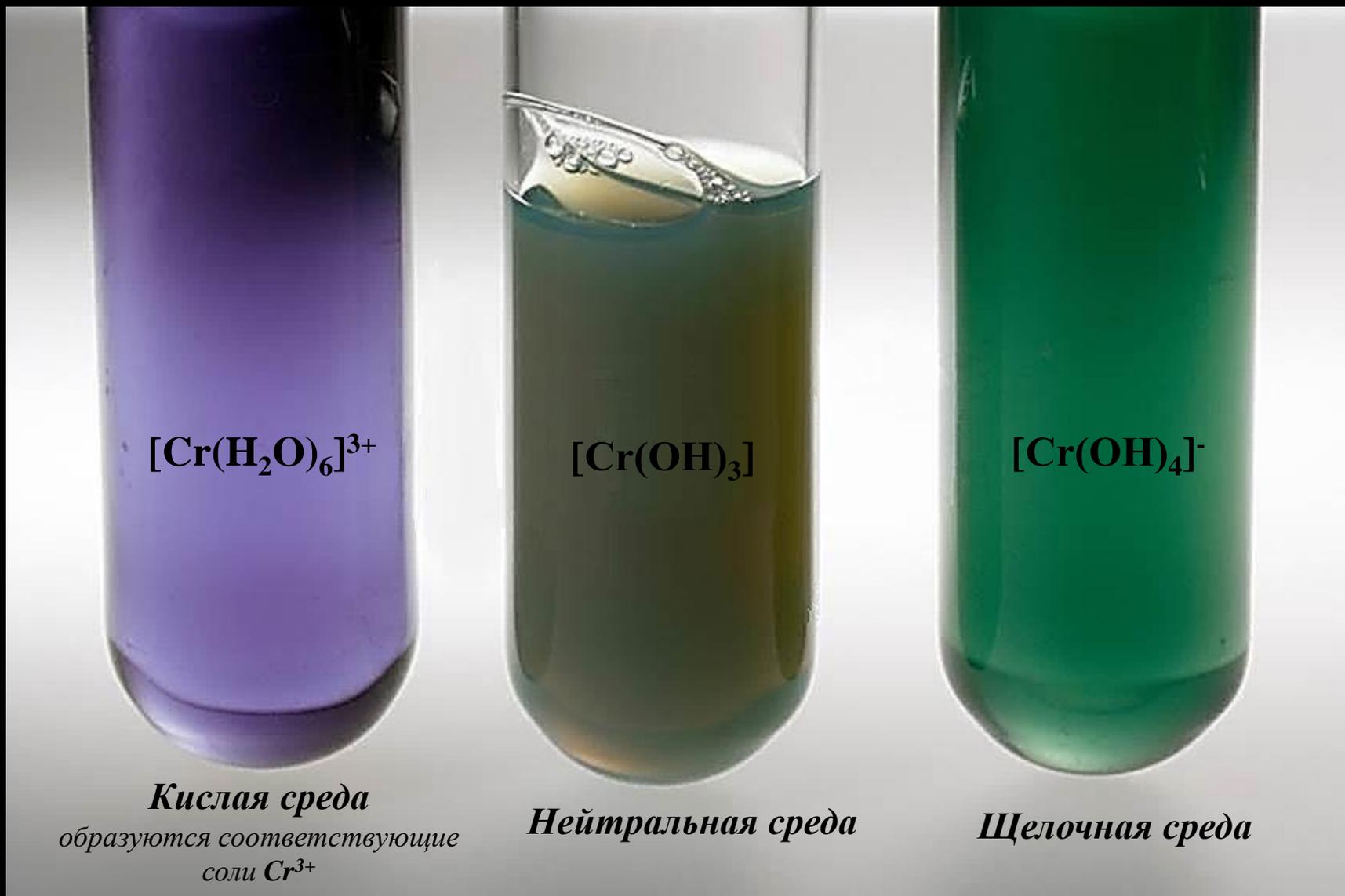
Соли хромовой  $H_2CrO_4$  и двухромовой кислот  $H_2Cr_2O_7$  –  
хроматы и дихроматы – сильные окислители



**Хроматы** устойчивы в **щелочной** среде,  
**дихроматы** – в **кислой**,  
в растворе существует равновесие :  
$$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \leftrightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$

**Хромат** калия –  
кристаллическое вещество  
**желтого** цвета,  
**дихромат** калия – **оранжевого**  
цвета

Для соединений хрома (VI) среда мало влияет на степень окисления продуктов, но вследствие амфотерности гидроксида хрома (III) оказывает влияние на их *состав*



Растворы солей хрома (III) обычно фиолетового цвета,  
но при нагревании становятся зелеными, после  
охлаждения вновь восстанавливая цвет



$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$

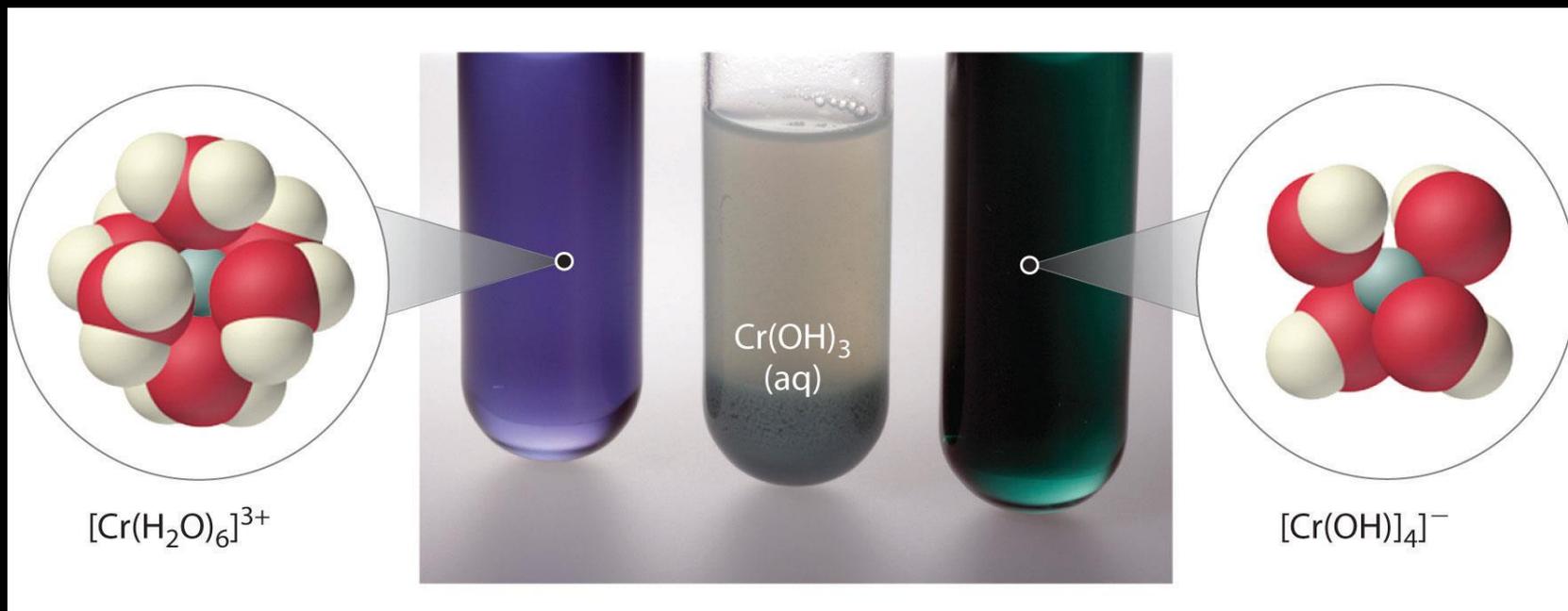


$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

Различная окраска солей хрома обусловлена числом координированных хромом (III) молекул воды :

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  — фиолетовый ,  
 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  — темно-зеленый,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}_2]\text{Cl}$  — светло-зеленый.

Гидроксокомплекс хрома  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  окрашен в ярко-зеленый цвет.



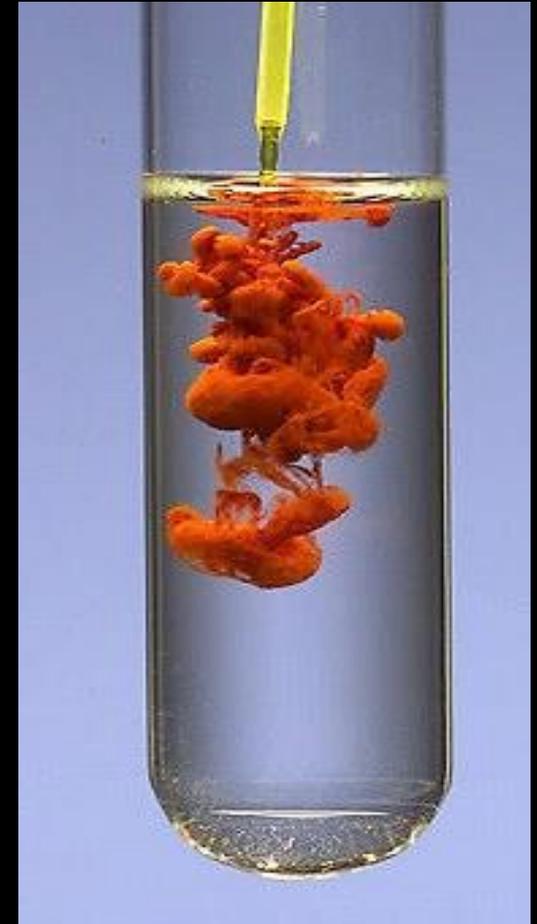
# Качественное определение хромат-иона $\text{CrO}_4^{2-}$ :



*хромат свинца*  
 $\text{PbCrO}_4$



*хромат бария*  
 $\text{BaCrO}_4$

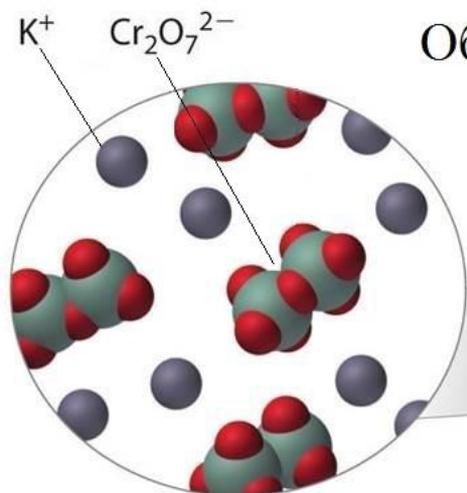


*хромат серебра*  
 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

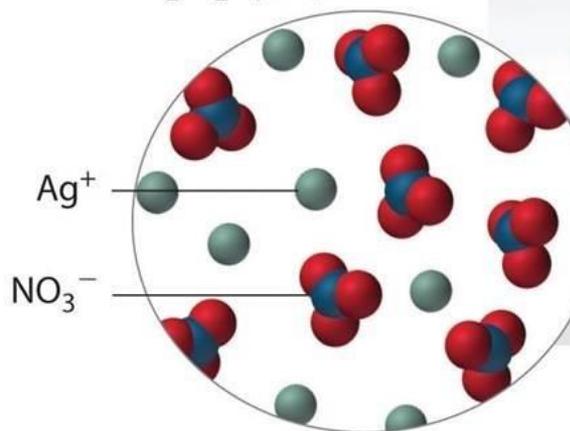


# Качественное определение дихромат-иона $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

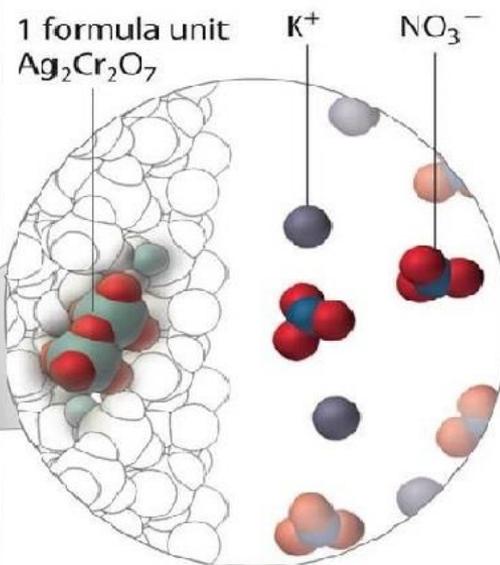
Образование **красного** осадка  
 $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



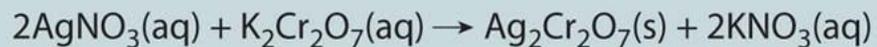
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$



$2\text{AgNO}_3(\text{aq})$



$\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{aq})$



# Химический «вулкан»

(термическое разложение бихромата аммония)



# Соли хрома (III,VI)



# Минералы и руды, содержащие хром



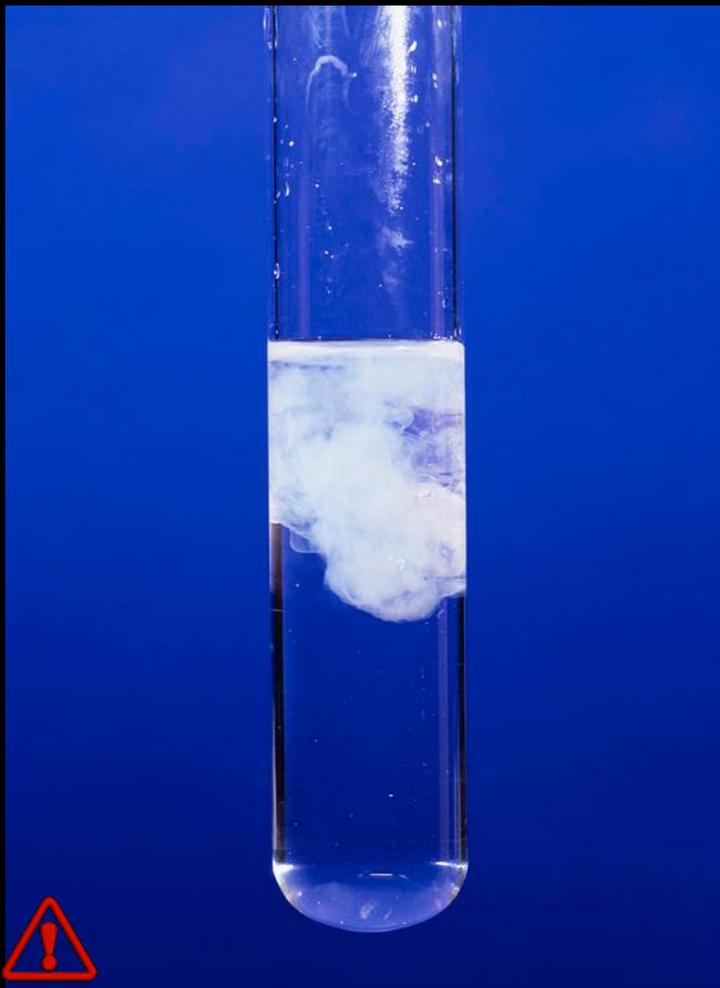
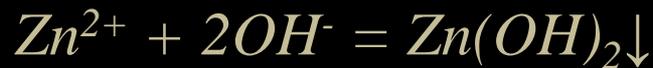
*Хромит (хромистый железняк)*



*Крокоит  $\text{PbCrO}_4$*

**Гидроксид цинка  $Zn(OH)_2$  – белый аморфный осадок**

*Качественное определение: осаждение щелочами из растворов солей*

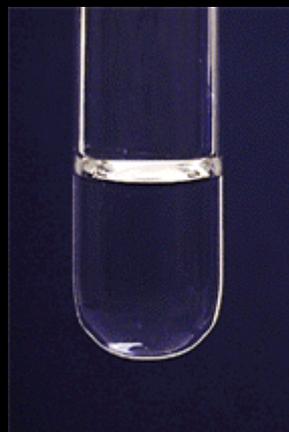
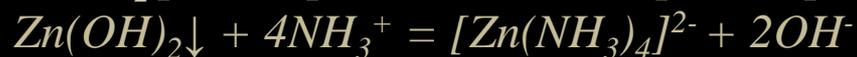


# Гидроксид цинка $Zn(OH)_2$ – амфотерный гидроксид.

*Осадок  $Zn(OH)_2$  растворяется в щелочах*

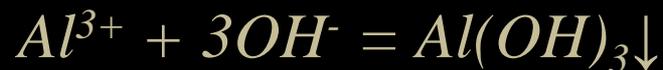


*Осадок  $Zn(OH)_2$  растворяется в водном растворе аммиака*



# Гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ – белый аморфный осадок

*Качественное определение: осаждение щелочами из растворов солей*



*Осадок  $Al(OH)_3$  растворяется  
в щелочах*



# Медь Cu



***Медь – металл золотисто-розового или красного цвета***

# Окрашивание пламени



$\text{CuSO}_4$



$\text{CuCl}_2$



**Ионы меди  $\text{Cu}^{2+}$  окрашивают пламя в синий или зеленый цвет**

**При растворении меди в конц.  $\text{HNO}_3$  наблюдается выделение бурого газа –  $\text{NO}_2$**

# Оксиды меди (I) и (II)



© Thomas Seilnacht

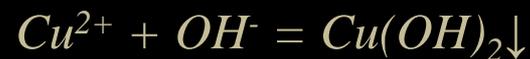
**оксид меди(I)  $\text{Cu}_2\text{O}$   
– кирпично-красного  
цвета;**

**оксид меди(II)  $\text{CuO}$   
– черный**

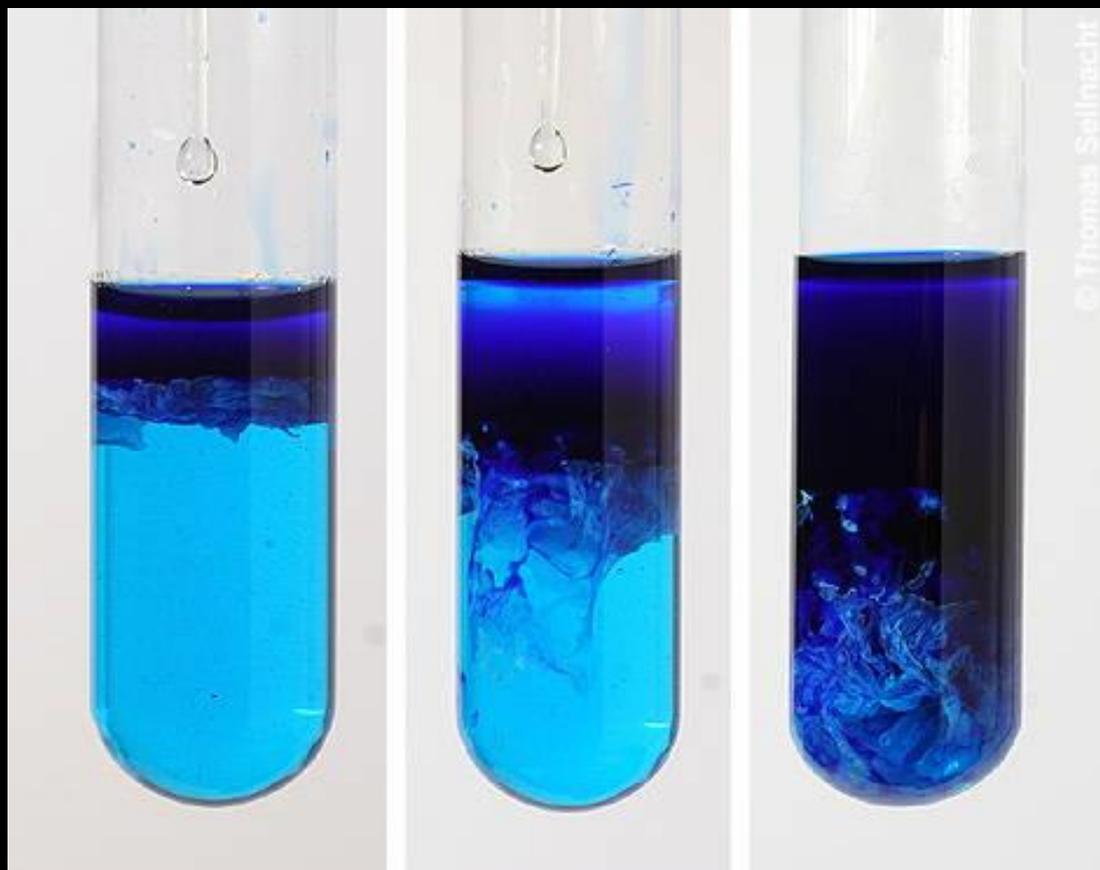
# Гидроксид меди (II)

**$\text{Cu}(\text{OH})_2$  - голубой  
студенистый осадок**

*Для определения катионов  $\text{Cu}^{2+}$  в  
раствор добавляют щёлочь,  
наблюдается осаждение  $\text{Cu}(\text{OH})_2$*



**Гидроксид меди(II) растворяется в водном аммиаке, образуя растворимый комплекс тёмно-синего цвета:**



# Определение ионов



Ионы  $\text{Cu}^{2+}$   
образуют с сульфид-ионом



осадок черного цвета



# Гидратированные ионы меди $\text{Cu}^{2+}$ имеют голубую окраску



*Медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  -*

*соль **голубого** цвета*

*Безводный сульфат меди  $\text{CuSO}_4$  -*

*соль **белого** цвета*



*При нагревании  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  кристаллизационная вода удаляется, соль приобретает белый цвет*



*При добавлении воды голубая окраска появляется вновь*

# Соли меди (I) и (II)



*Ацетат меди (II)  
(ярь-медянка)  
 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$*

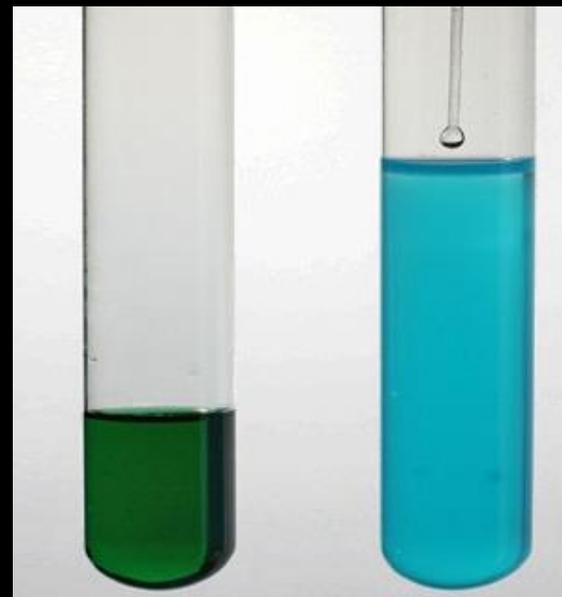
*Ярь-медянкой также называют  
основной ацетат меди (II)  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot x(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$*



*ХлорИСТая медь - хлорид меди (I)  $\text{CuCl}$   
– крист. вещество белого или зеленого  
цвета (зеленый цвет придают примеси  
комплексного иона  $[\text{CuCl}_2]^-$ ),  
практически нерастворима.*

*ХлорНая медь – хлорид меди (II)  
 $\text{CuCl}_2$*

# Соли меди (II)



Безводный хлорид меди -  
- соль **желтого** цвета,  
кристаллогидрат состава  
 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  **голубого**  
цвета (**травянисто-зеленый** цвет  
придают примеси  $\text{HCl}$  в комплексе с  
солью  $\text{CuCl}_2 \cdot \text{HCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Хлорид меди (II)  $\text{CuCl}_2$

Концентрированный раствор  
 $\text{CuCl}_2$  **зеленого** цвета, при  
разбавлении становится  
**голубым**

# Минералы и руды, содержащие медь



Малахит  
Основной карбонат  
меди (II)  
 $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$



Куприт  
Минерал класса оксидов  
 $\text{Cu}_2\text{O}$



Халькозин  
Медный блеск  
 $\text{Cu}_2\text{S}$



Халькопирит  
Медный колчедан  
 $\text{CuFeS}_2$

# Железо Fe

*Железо – серебристо-белый металл, быстро тускнеющий  
(ржавеющий) на влажном воздухе или в воде.*



*Железо, очищенное электролизом. Рядом  
помещен кубик из высокочистого  
(99,9999%) железа*



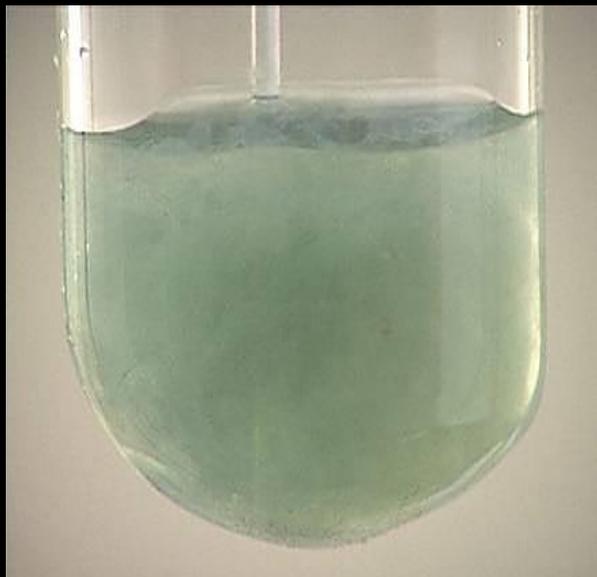
## Оксиды железа (II) и железа (III)

оксид железа (II)  $\text{FeO}$   
– *черного цвета;*



оксид железа(III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
(сурик)  
– *красно –коричневого  
цвета*

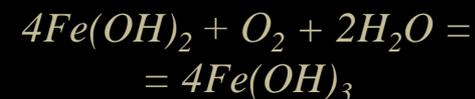
# Гидроксид железа (II) $\text{Fe}(\text{OH})_2$



$\text{Fe}(\text{OH})_2$  - бледный  
серо-зеленый  
студенистый осадок



$\text{Fe}(\text{OH})_2$  на  
воздухе буреет,  
так как  
окисляется до  
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$



# Гидроксид железа (III)



$Fe(OH)_3$  - осадок бурого  
цвета



# Гидроксиды железа (II) и (III)



Сравним еще раз  
 $Fe(OH)_3$  и  $Fe(OH)_2$





*Ионы*

*$\text{Fe}^{2+}$  окрашивают  
раствор в светлый  
желто-зелёный цвет*

*Ионы*

*$\text{Fe}^{3+}$  окрашивают  
раствор в светлый  
желто-оранжевый  
цвет*



**Жёлтая** кровавая соль



*гексацианоферрат (II) калия*

**Красная** кровавая соль



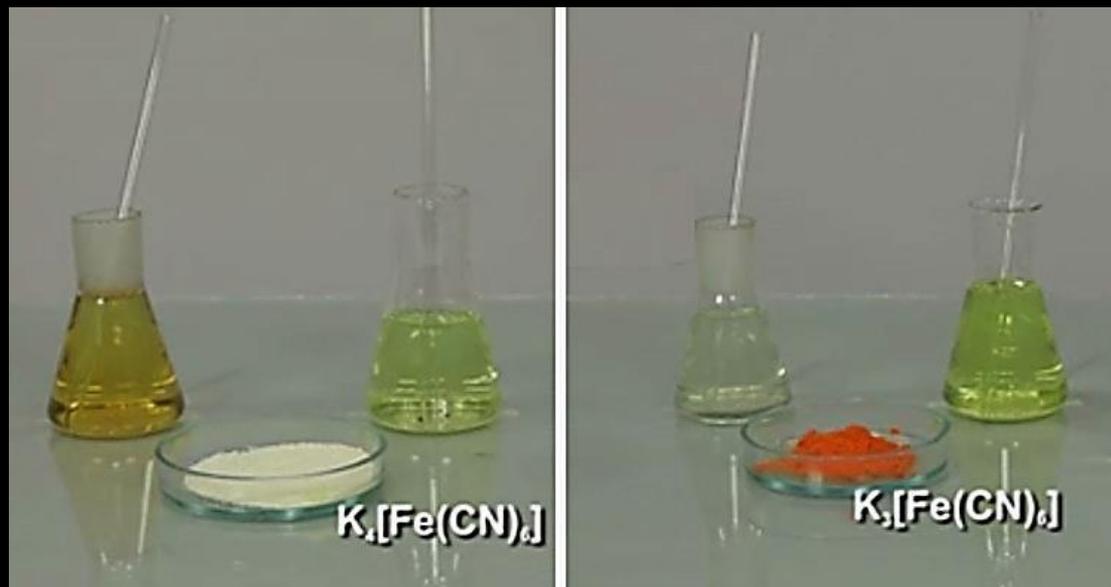
*гексацианоферрат (III) калия*

Число атомов калия соответствует числу букв в английских названиях солей:

«*gold*» — **4** буквы, то есть 4 атома калия — *желтая*  
кровавая соль  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

«*Red*» — **3** буквы, то есть три атома калия — *красная*

Растворы жёлтой и красной кровяной солей имеют желтую окраску





*Качественная реакция на ион  $Fe^{3+}$  :*

образование синего осадка «берлинской лазури»  
с жёлтой кровяной солью



*Качественная реакция*

*на ион  $Fe^{2+}$  :*

образование синего осадка  
«турнбулевой сини»  
с красной кровяной солью



=

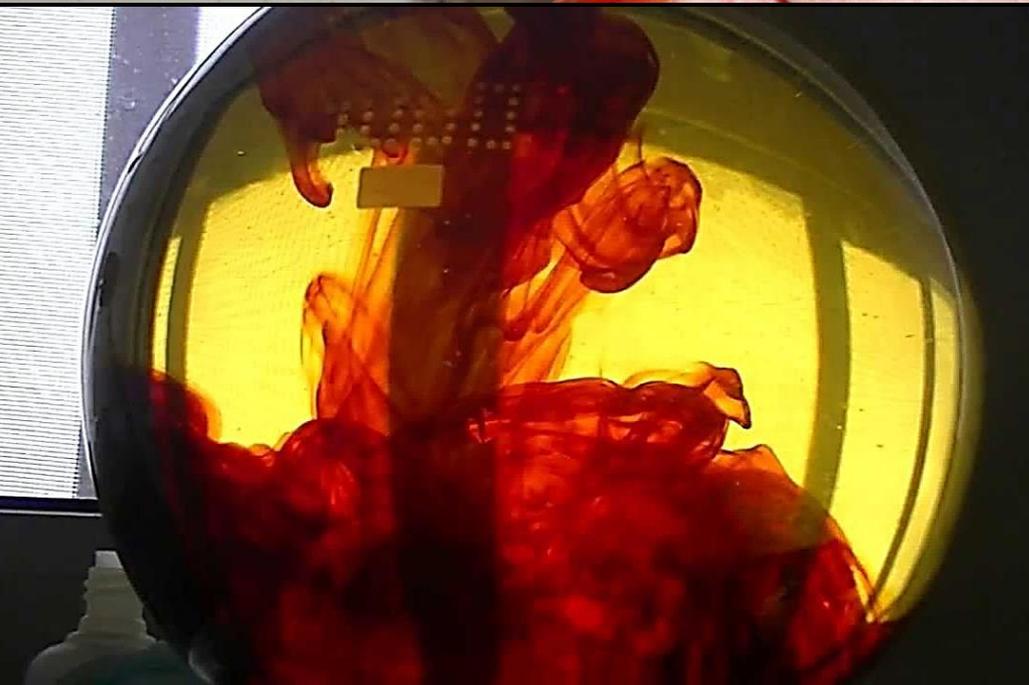
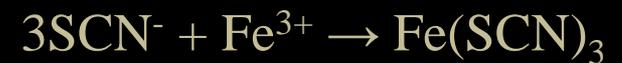


*В последнее время получены данные об идентичности строения молекул берлинской лазури и турнбулевой сини. В обоих случаях образуется соединение состава  $Fe_4[Fe_2(CN)_6]_3$*



*Качественная реакция  
на ион  $Fe^{3+}$  :*

образование  
кроваво-красного раствора  
роданида железа (III)



# Ферраты $(\text{FeO}_4^{2-})$



*Растворы ферратов окрашены в красный или красно-фиолетовый цвет*

*$\text{K}_2\text{FeO}_4$  - кристаллы красно-фиолетового цвета*

# Ферраты $(FeO_4^{2-})$



*Растворы ферратов щелочных металлов*

*Ферраты получают сплавлением оксида или гидроксида железа (III) с сильными окислителями в щелочной среде:*



# Минералы и руды, содержащие железо



Лимонит

Бурый железняк  
 $FeOOH \cdot (Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$



Магнетит

Магнитный железняк  
 $Fe_3O_4$



Гематит

красный железняк  
 $Fe_2O_3$



Пирит

железный колчедан  $FeS_2$



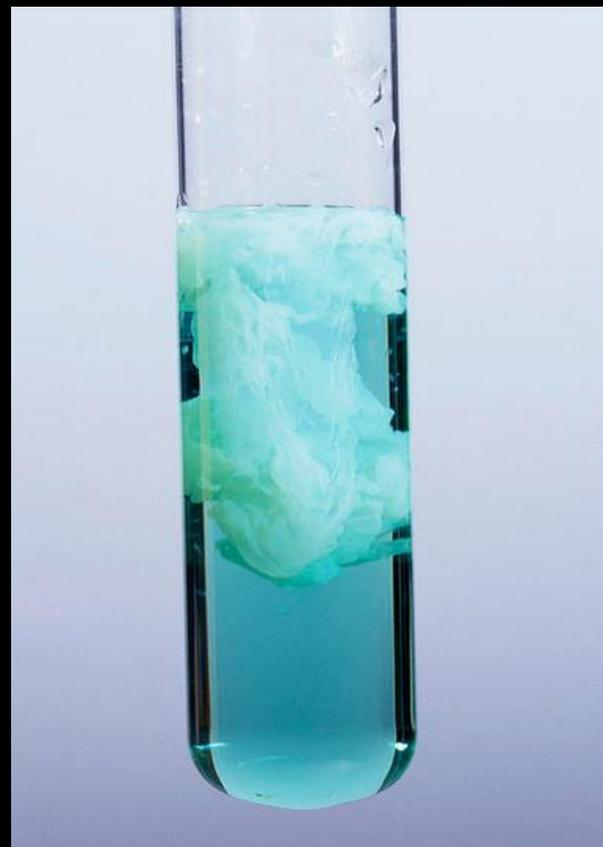
Хромит

Минерал  $FeCr_2O_4$

# Оксид и гидроксид никеля (II)

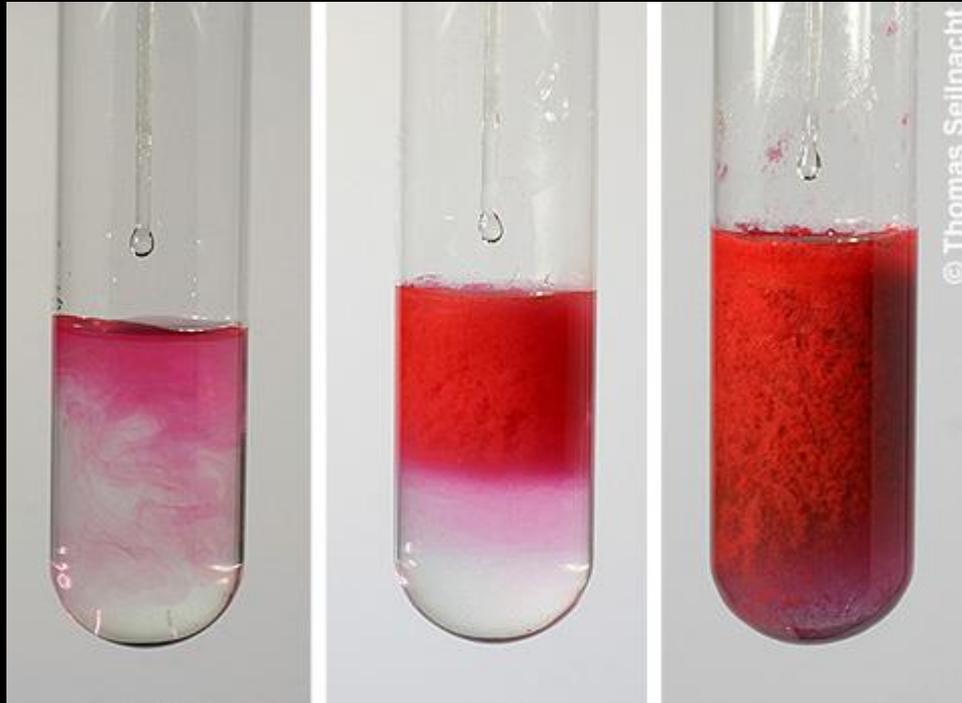


*NiO* - имеет цвет от  
светло- до темно-  
зеленого

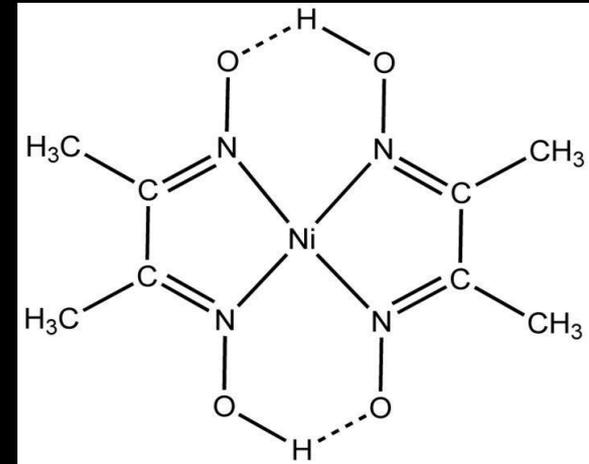


*Ni(OH)<sub>2</sub>* - имеет вид  
объемного геля  
яблочно-зеленого цвета

# Качественная реакция на ион $Ni^{2+}$



*В аммиачном растворе никель образует с диметилглиоксимом (ДМГ) **ярко-розовый** (или красный) комплекс, который выпадает в осадок (хлопья)*

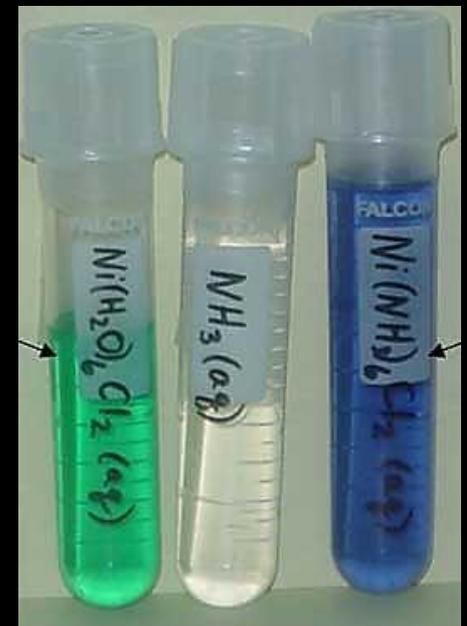


*Благодаря своей прочности диметилглиоксимат никеля используется как пигмент в губной помаде. Катион никеля насколько хорошо связан в комплекс, что практически не проявляет токсичных свойств*

# Комплексные ионы $Ni^{2+}$



*Зеленый раствор  $Ni(NO_3)_2$  или  $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$  при добавлении аммиака становится голубым за счет образования  $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ . Добавление этилендиамина к  $Ni(NO_3)_2$  дает фиолетовое окрашивание за счет образования  $[Ni(En)_3]^{2+}$*



# Соли никеля (II) $\text{Ni}^{2+}$



*Водные растворы, содержащие ионы никеля (II), окрашены в зеленый цвет вследствие образования комплексных ионов  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$*



*Кристаллогидрат  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  — травянисто-зеленые кристаллы*



*Безводный  $\text{NiCl}_2$  — желтый порошок*

# Соли никеля (II) $Ni^{2+}$

Кристаллогидраты и растворы окрашены обычно в зелёный цвет, а безводные соли - жёлтые или коричнево-жёлтые



$NiSO_4$  безводный

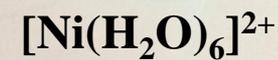


Кристаллогидрат  
 $NiSO_4 \cdot 6H_2O$



Кристаллогидраты галидов никеля (II)

# Окрашенные комплексы никеля(II) $\text{Ni}^{2+}$

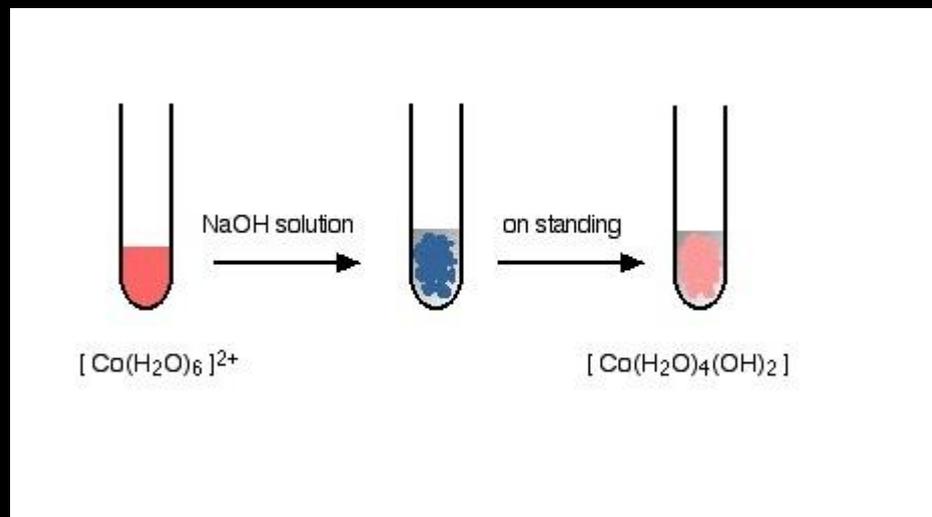


# Гидроксид кобальта (II) $\text{Co}(\text{OH})_2$

$\text{Co}(\text{OH})_2$  существует в двух аллотропных модификациях: синей ( $\alpha$ -форма) и розовой ( $\beta$ -форма)



При получении гидроксида кобальта (II) из солей сначала образуется синий осадок основных солей  $\text{Co}(\text{OH})_n\text{Hlg}_{2-n} \cdot x \text{H}_2\text{O}$ , а затем розовый гидроксид  $\text{Co}(\text{OH})_2$



Появление синего окрашивания можно также объяснить образованием гидроксида кобальта состава  $3\text{Co}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , который образуется вместе с основными солями. При дальнейшем добавлении щёлочи в результате дегидратации и старения он меняет окраску от синей до розовой

# Соли кобальта (II) $\text{Co}^{2+}$

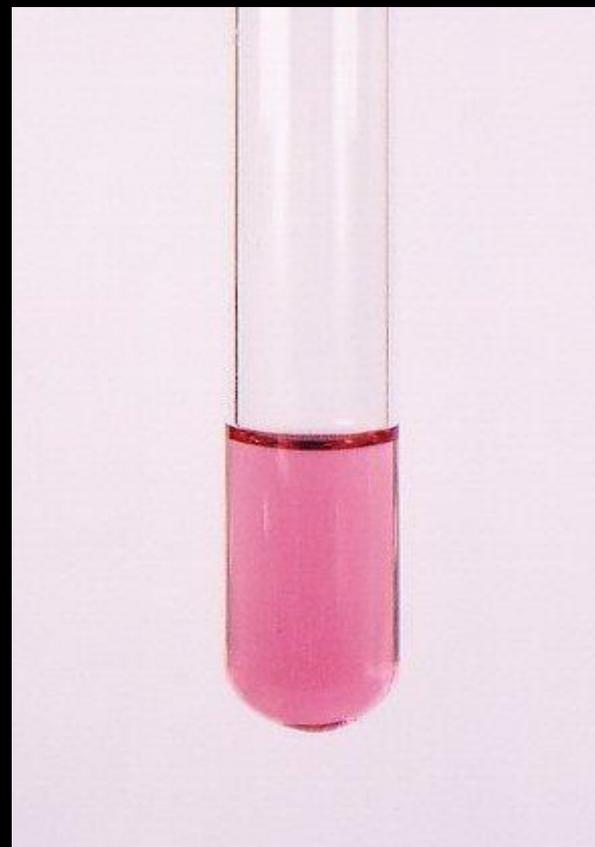
Разбавленные растворы солей содержат катион  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  розового цвета. Такова же окраска кристаллогидратов, безводные соли - синего цвета



$\text{CoCl}_2$  безводный



Кристаллогидрат  
 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



## Соли кобальта (II) $\text{Co}^{2+}$



*При нагревании кристаллогидрат  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  теряет связанную воду и меняет цвет с розового через фиолетовый на синий*

# Соли кобальта (II) $\text{Co}^{2+}$

*Раствор  $\text{CoCl}_2$  в  
воде*

*Раствор  $\text{CoCl}_2$  в  
этаноле*



*Хлорид кобальта (II) хорошо  
растворим в воде и в этаноле .*

*Водный раствор вследствие  
гидратации получается ярко-  
розового цвета, а спиртовый —  
голубого.*

# Оксиды марганца (II, IV и VII)



Оксид  
марганца(II) —  
 $MnO$  —  
зелёный или  
серо-зелёный.



Оксид  
марганца(IV)  
 $MnO_2$  —  
порошок тёмно-  
бурого цвета,



Оксид  
марганца(VII)  
 $Mn_2O_7$  —  
зеленовато-бурая  
маслянистая  
жидкость

# Гидроксид марганца (II)



Гидроксид марганца(II) —  
 $Mn(OH)_2$  —  
белый аморфный осадок

*буреет на воздухе, т.к. переходит в  $MnO_2 \cdot nH_2O$*



# Перманганат калия $\text{KMnO}_4$

*$\text{KMnO}_4$  - кристаллы  
тёмно-фиолетового  
цвета*



*Ион  $\text{MnO}_4^-$  окрашивает  
растворы в **малиновый**  
цвет*

# Продукты восстановления перманганат-иона $\text{MnO}_4^-$ в зависимости от среды



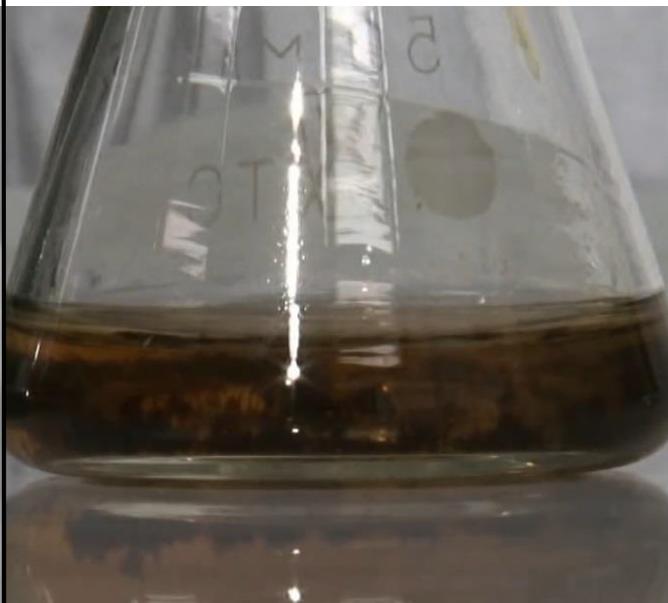
**Ионы  $\text{Mn}^{2+}$   
(раствор бесцветный)  
( $\text{pH} < 7$  кислая среда)**



**Бурый осадок  
 $\text{MnO}_2$   
( $\text{pH} = 7$  нейтральная среда)**

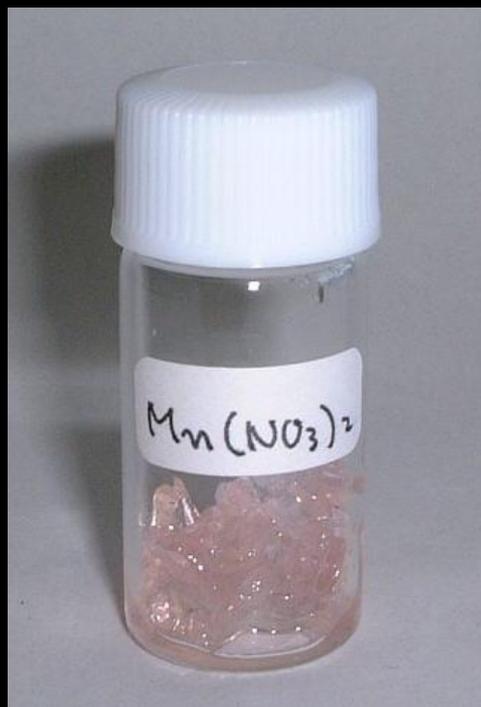


**Манганат-ионы  $\text{MnO}_4^{2-}$   
(раствор зеленый)  
( $\text{pH} > 7$  щелочная среда)**



# Соли марганца $Mn^{2+}$

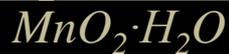
(окрашены в розовый цвет)



# Минералы и руды, содержащие марганец



Пиролюзит



Манганит



Родохрозит

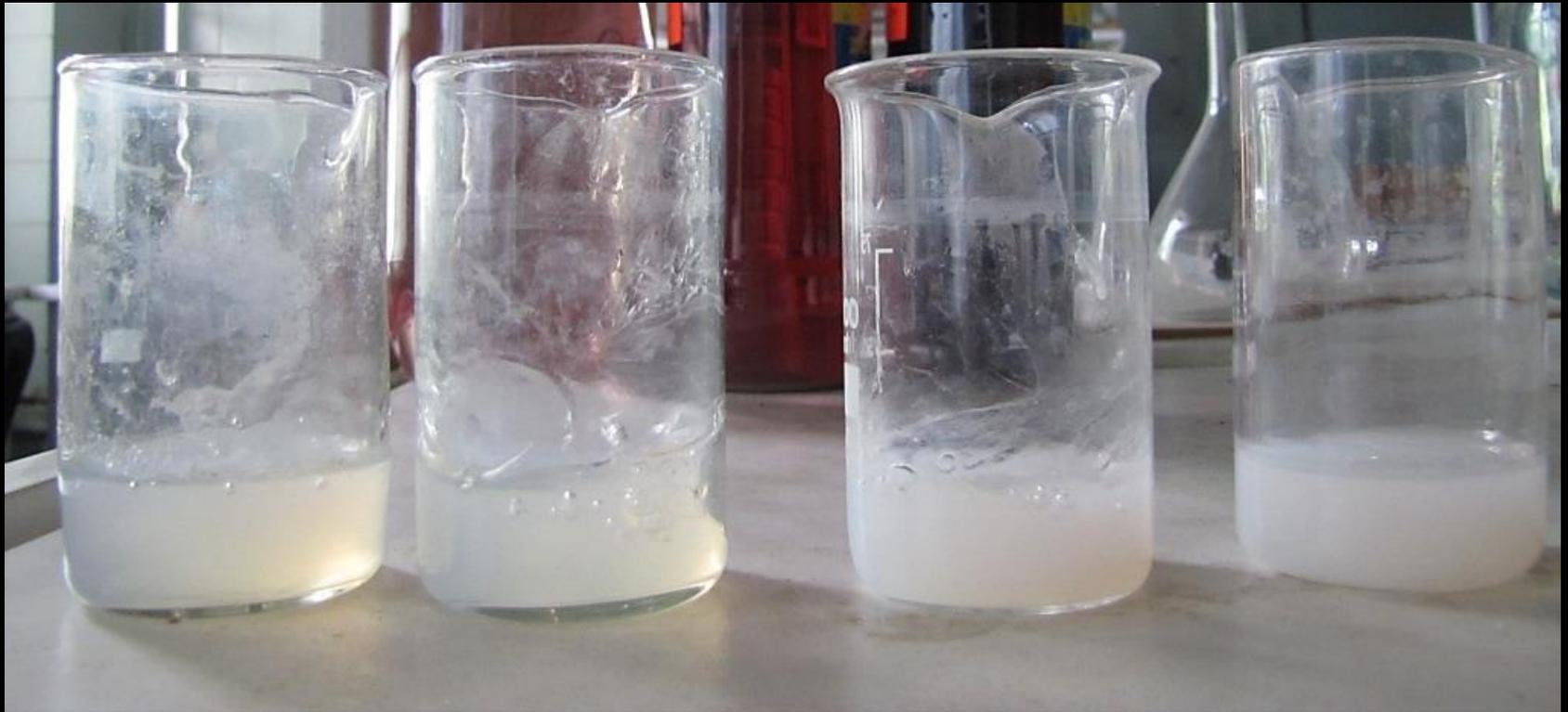
Марганцевый шпат, «Роза инков»



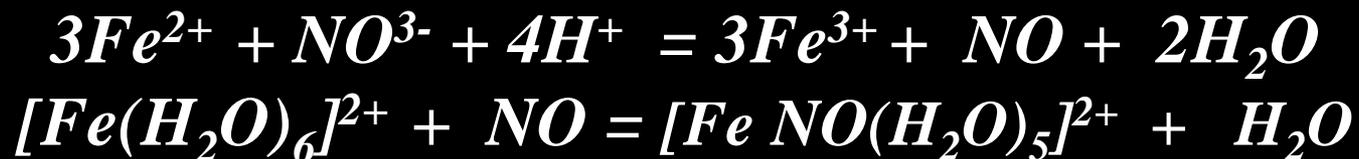
# **Определение силикат-иона $\text{SiO}_3^{2-}$**



**$\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$  - студенистый осадок (гель)**



**Определение нитрат-иона  $\text{NO}_3^-$   
(реакция «бурого кольца»)**



**Возникновение бурой  
окраски сульфата  
нитрозо-железа (II)  
 $[\text{FeNO}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ .**

# Выделение газов происходит в случае:



(карбонаты с растворами кислот)



(сульфиты с растворами кислот)



(сульфиды с растворами кислот)



(соли аммония с растворами щелочей)

\* также газообразные продукты выделяются в различных ОВР, при гидролизе некоторых бинарных соединений



# Оксиды азота (II) NO и азота (IV) NO<sub>2</sub>

Диоксид азота NO<sub>2</sub> –  
**бурый** газ

Монооксид азота NO – бесцветный  
газ, буреет на воздухе вследствие  
самопроизвольного окисления до NO<sub>2</sub>:



# Помутнение известковой воды $\text{Ca}(\text{OH})_2$ –

качественная реакция на углекислый газ  $\text{CO}_2$



*При дальнейшем пропускании  $\text{CO}_2$  помутнение исчезает, так как осадок  $\text{CaCO}_3$  переходит в растворимую кислую соль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ :*



Углекислый газ  $\text{CO}_2$  не поддерживает горения

угарный газ  $\text{CO}$  горит голубым пламенем

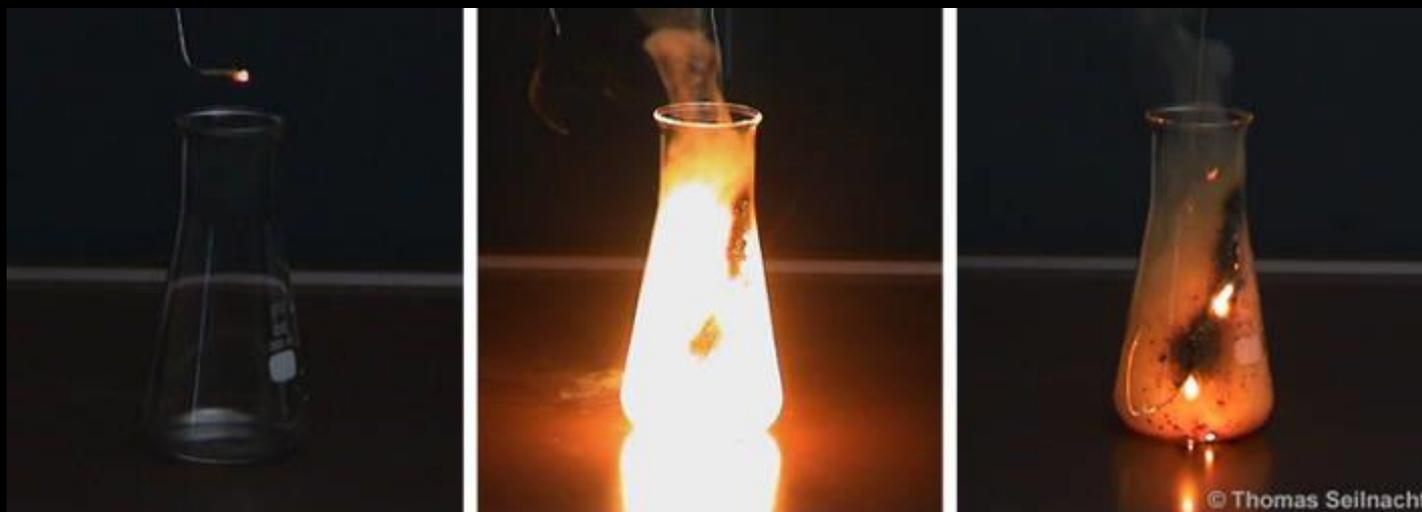


Как отличить кислород  $O_2$  от водорода  $H_2$ ?

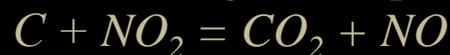
Они бесцветные, без запаха и оба поддерживают горение

В кислороде  $O_2$  ТЛЕЮЩАЯ лучинка вспыхивает,

а в водороде такого не наблюдается



Также тлеющая лучинка вспыхивает в озоне  $O_3$  и диоксиде азота  $NO_2$ :



# **$NH_3$ (аммиак): бесцветный газ с резким запахом**



## **«Дым без огня»:**

Две летучие жидкости  $HCl$  и  $NH_3$  взаимодействуют с образованием хлорида аммония  $NH_4Cl$ :



Именно взвесь мелких кристаллов  $NH_4Cl$  выглядит как «дым»

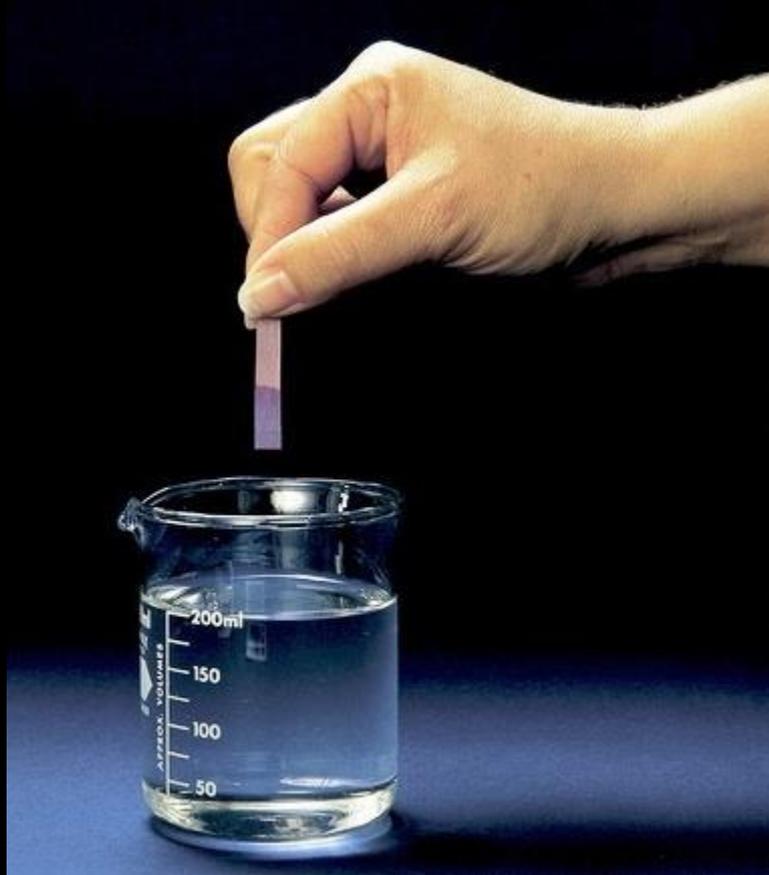


## **«Аммиачный фонтан»:**

При попадании воды в колбу, аммиак начинает растворяться в воде, в колбе при этом создается разрежение. Вода входит в колбу из-за большой разницы давлений.

## **Качественная реакция на катион аммония $\text{NH}_4^+$**

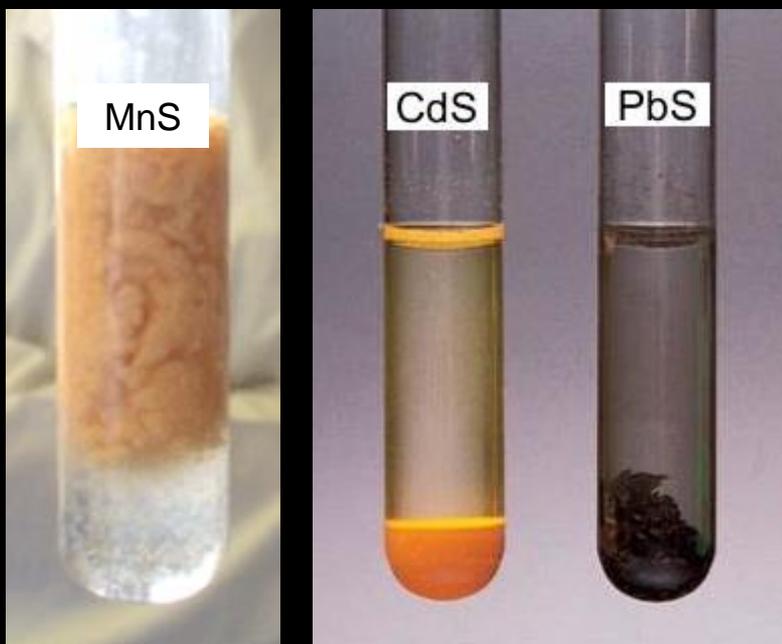
При действии щелочей ПРИ НАГРЕВАНИИ выделяется аммиак  
(т.к.  $\text{NH}_4\text{OH}$  слабое основание)



Выделяющийся  $\text{NH}_3$  обнаруживается по **ХАРАКТЕРНОМУ РЕЗКОМУ ЗАПАХУ**  
и **ПОСИНЕНИЮ** влажной лакмусовой бумаги

# **Сероводород $H_2S$ – газ с запахом «тухлых яиц»**

**Сульфид-ион  $S^{2-}$  дает следующие окрашенные осадки**



*Сульфид марганца (II) - осадок **телесного** цвета*

*Сульфид кобальта (II) - осадок **желтого** цвета*

*Сульфиды свинца (II), меди (II), железа (II) - осадки **черного** цвета*

# *Киноварь - сульфид ртути (II) $HgS$*



*Имеет **алую** окраску*



**ВЛАЖНАЯ ЛАКМУСОВАЯ БУМАГА изменяет цвет**



**СИНЕЕТ**

*(щелочная среда  $pH > 7$ )*

*при пропускании  
 $NH_3$*

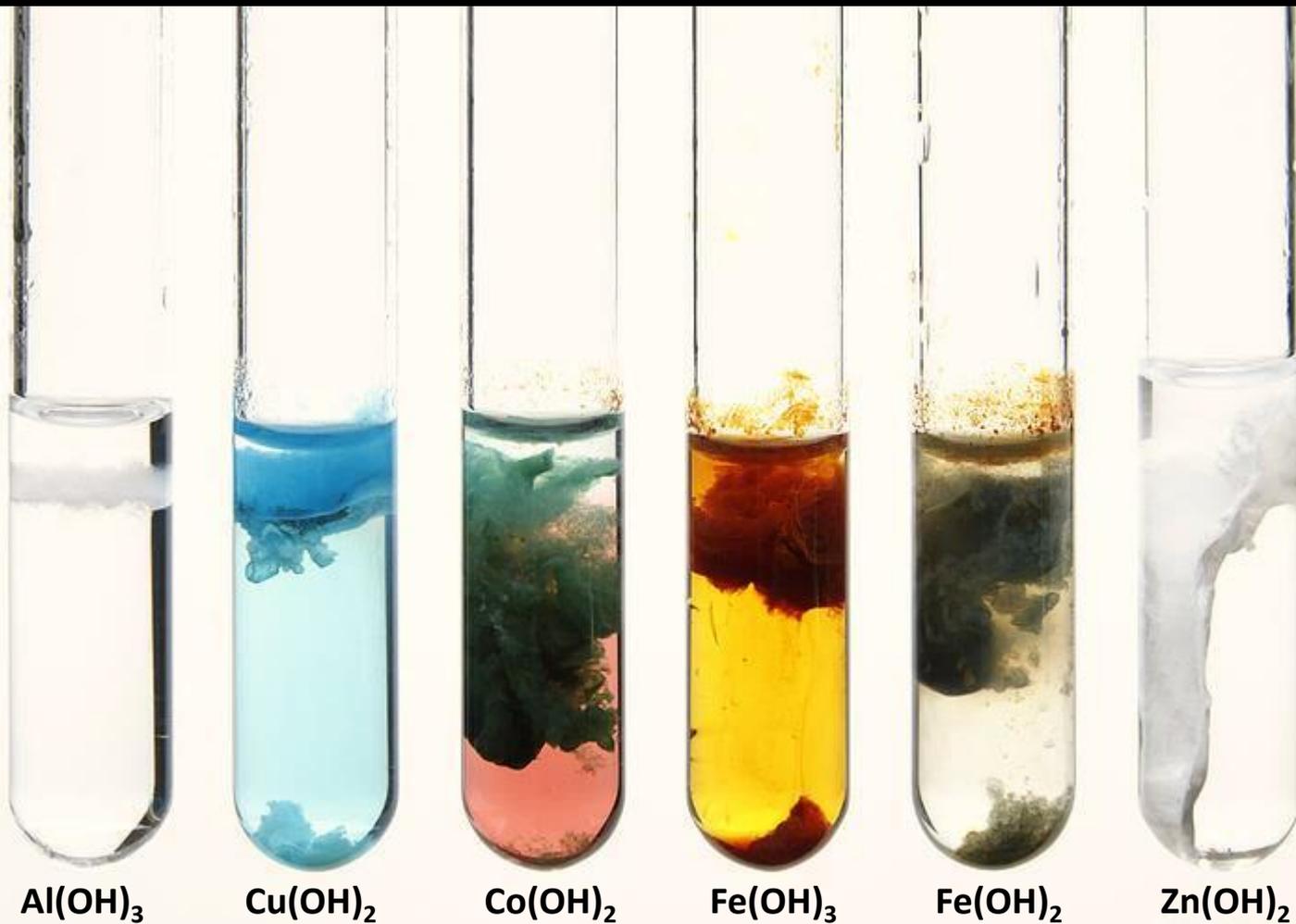


**КРАСНЕЕТ**

*(кислая среда  $pH < 7$ )*

*При пропускании  
 $HF, HCl, HBr, HI$*

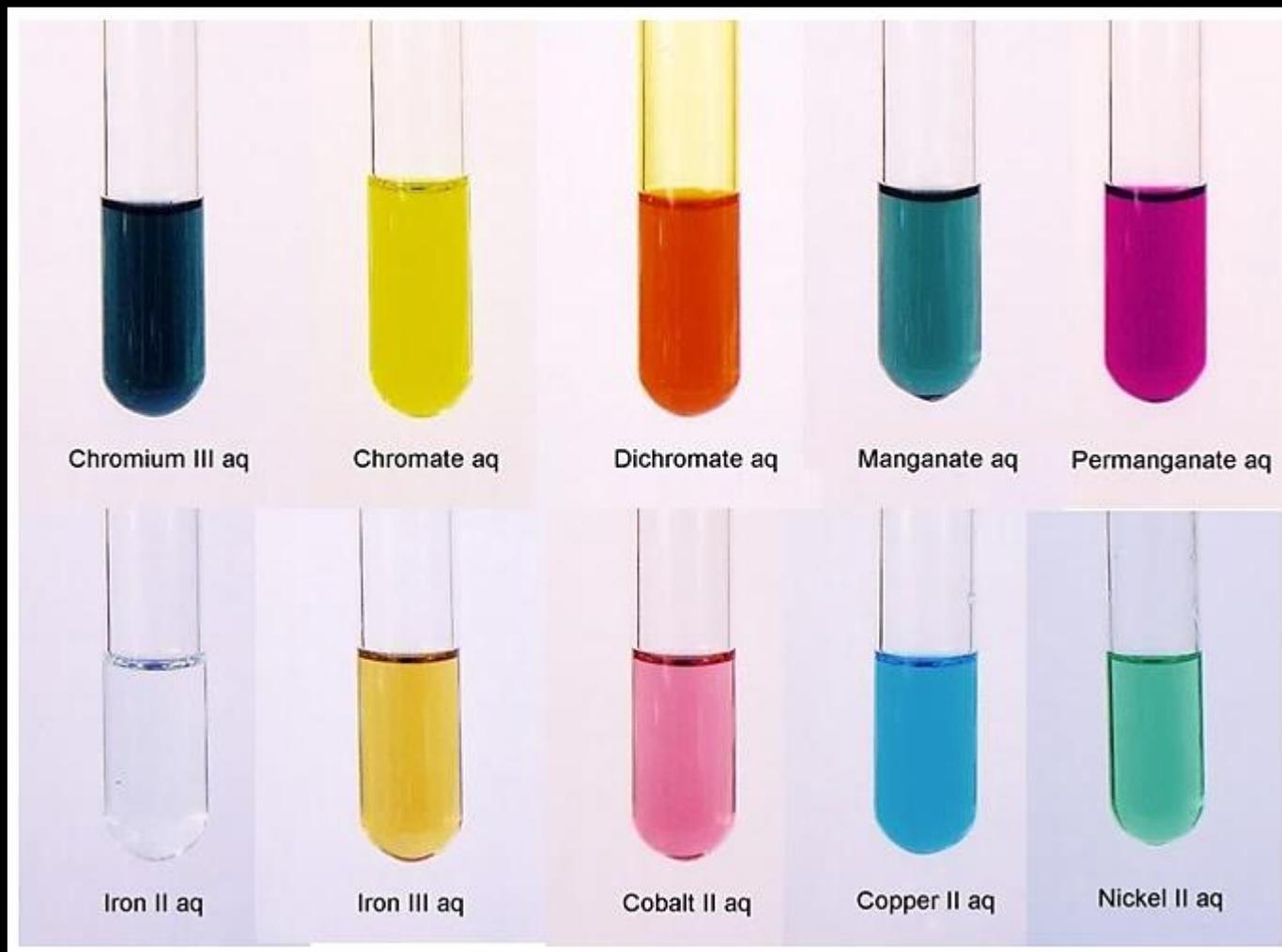
# Определение осадков гидроксидов



***Определите осадки гидроксидов по внешнему виду:***



# Определение солей металлов по окраске растворов



***Галереи научных фотографий, которым автор  
выражает благодарность 😊***

***<http://fineartamerica.com/profiles/science-photo-library/art/precipitate>***

***<http://fphoto.photoshelter.com/gallery-list>***

[https://www.flickr.com/photos/fluor\\_doublet/8407124105/sizes/o/in/photostream/](https://www.flickr.com/photos/fluor_doublet/8407124105/sizes/o/in/photostream/)  
<http://www.sib-sport.ru/kak-sdelat-zakaz-katalog/>  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2012/13/N.html](http://chemistry-chemists.com/3_2012/13/N.html)  
<http://lineartamerica.com/featured/iron-iii-hydroxide-precipitate-andrew-lambert-photography.html>  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_cuso4.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_cuso4.htm)  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_cuso4.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_cuso4.htm)  
<http://billionnews.ru/prioda/1894-interesnye-fakty-o-medi.html>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/29Kupfer.htm>  
[http://gigaforum.info/pirotehnicheskie\\_sostavy/okaka-ame/](http://gigaforum.info/pirotehnicheskie_sostavy/okaka-ame/)  
<http://images.fineartamerica.com/images-medium-large/copper-hydroxide-precipitate-andrew-lambert-photography.jpg>  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_cuso4.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_cuso4.htm)  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%86%D0%85%D1%82%D0%80%D1%82\\_%D0%BC%D0%85%D0%84%D0%88%28I%29#/media/File:Copper%28I%29-acetate.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%86%D0%85%D1%82%D0%80%D1%82_%D0%BC%D0%85%D0%84%D0%88%28I%29#/media/File:Copper%28I%29-acetate.jpg)  
<http://mineralatlas.com.ua/buprii-superite>  
<http://irs-kamni.ru/kalkozin-mediol-blek>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/2Eisen.htm>  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2012/13/img/Fer1.html](http://chemistry-chemists.com/3_2012/13/img/Fer1.html)  
<https://www.flickr.com/photos/mickybond/2759036845/in/photostream/>  
<http://chemiiums.serevika.ru/v.htm>  
[http://pu1.wp.pl/k/NzcDMIA2MIASNTAW1TQwNTReI\\_1\\_757382\\_FeOH2\\_medium.jpg](http://pu1.wp.pl/k/NzcDMIA2MIASNTAW1TQwNTReI_1_757382_FeOH2_medium.jpg)  
<http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/73/iron%28I%29-oxide-sample.jpg>  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_kfen.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_kfen.htm)  
[http://www.youtube.com/watch?v=2\\_Tm1ysnG74](http://www.youtube.com/watch?v=2_Tm1ysnG74)  
[http://irchem.blogspot.ru/2012/02/blog\\_](http://irchem.blogspot.ru/2012/02/blog_)  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%83%D0%85%D0%8A%D1%81%D0%80%D1%86%D0%88%D0%80%D0%8E%D1%84%D0%85%D1%80%D1%80%D0%80%D1%82%28I%29\\_%D0%8A%D0%80%D0%8B%D0%88%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%83%D0%85%D0%8A%D1%81%D0%80%D1%86%D0%88%D0%80%D0%8E%D1%84%D0%85%D1%80%D1%80%D0%80%D1%82%28I%29_%D0%8A%D0%80%D0%8B%D0%88%D1%8F)  
[http://media.ls.urfu.ru/chemistry/radcl3/ligand\\_classif/cjanid\\_complexes/](http://media.ls.urfu.ru/chemistry/radcl3/ligand_classif/cjanid_complexes/)  
[http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/73/iron%28I%29\\_oxide.jpg](http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/73/iron%28I%29_oxide.jpg)  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2012/13/img/Fer1.html](http://chemistry-chemists.com/3_2012/13/img/Fer1.html)  
<http://www.organic-ht.ru/ferro.php>  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Ferrate\\_and\\_permanganate\\_solution.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Ferrate_and_permanganate_solution.jpg)  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/09Fluor.htm>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/17Chlor.htm>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/03Sse2.JPG>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/05base2.JPG>  
<http://chemistry-chemists.com/Video/online-sublimation-6-1.JPG>  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_agno3.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_agno3.htm)  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2011/17/copper-1.jpg](http://chemistry-chemists.com/3_2011/17/copper-1.jpg)  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/16/Common\\_Silver\\_Halide\\_Precipitates.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/16/Common_Silver_Halide_Precipitates.jpg)  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/CuCl2water.jpg>  
<http://deutbildungsnet.com.vn/Tin-tuc/Thuoc-tim-kho-MnO4-voi-thung-tac-dung.aspx>  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2012/13/img/Mn1.html](http://chemistry-chemists.com/3_2012/13/img/Mn1.html)  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Manganese\\_heptoxide.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Manganese_heptoxide.jpg)  
[http://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/manganese\\_oxide.html](http://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/manganese_oxide.html)  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Oxid\\_mangan%C4%8Dn%C3%9D.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Oxid_mangan%C4%8Dn%C3%9D.JPG)  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Oxid\\_mangan%C4%8Dn%C3%8D.PNG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Oxid_mangan%C4%8Dn%C3%8D.PNG)  
[http://pu1.wp.pl/blog/77420620/50014058/MnOH2\\_uf\\_biz.jpg](http://pu1.wp.pl/blog/77420620/50014058/MnOH2_uf_biz.jpg)  
<http://mirror.pirotehnika.ru/help/forum/303ca03332b7bcb269926212bb0f6637.html>  
<http://sajt.dlya-lyubitelov-mineralov.webnode.ru/news/limonit/>  
[http://www.seytons.ru/collect/ion/oksidy-i-pirotoksidy/sistematicheskaja\\_kollektsija\\_ukraine-kirovogradskaya-oblast/388/](http://www.seytons.ru/collect/ion/oksidy-i-pirotoksidy/sistematicheskaja_kollektsija_ukraine-kirovogradskaya-oblast/388/)  
<http://zee-nature.ru/macroeth/>  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%85%D0%8C%D0%80%D1%82%D0%88%D1%82>  
<http://www.seinacht.com/versuche/berlin5.html>  
[http://www.chemiaianalyczna.cm.umk.pl/ch/index.php?option=com\\_content&task=view&id=60&Itemid=17](http://www.chemiaianalyczna.cm.umk.pl/ch/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=17)  
[http://www.eonet.ne.jp/~t\\_sat813/shell/sample/MnCl2.jpg](http://www.eonet.ne.jp/~t_sat813/shell/sample/MnCl2.jpg)  
<http://s43.radikal.ru/i102/1002/77/d0e9f6ce329.jpg>  
[http://www.eonet.ne.jp/~t\\_sat813/shell/](http://www.eonet.ne.jp/~t_sat813/shell/)  
<http://www.sciencemadness.org/talk/viewthread.php?tid=18710>  
[http://chemistry-chemists.com/3\\_2012/13/Gr.html](http://chemistry-chemists.com/3_2012/13/Gr.html)  
<http://www.sciencemadness.org/talk/viewthread.php?tid=18710>  
<http://www.sciencemadness.org/talk/viewthread.php?tid=18710>  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromiun%28I%29-oxide-sample.jpg>  
[http://wiki.web.ru/wiki/%D0%A4%D0%80%D0%89%D0%88\\_Carnel\\_1.jpg](http://wiki.web.ru/wiki/%D0%A4%D0%80%D0%89%D0%88_Carnel_1.jpg)  
<http://shunait.su/fuson2015-qdlttr/p859>  
[http://www.ecosistema.ru/08nature/min/1\\_e\\_3\\_5.htm](http://www.ecosistema.ru/08nature/min/1_e_3_5.htm)  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%88%D0%89%D1%8C%D0%82%D0%88%D0%8D>  
<http://www.chem.msu.ru/csu/teaching/dunsev07.pdf>  
[http://internet.msu.ru/zattachment\\_id=3874](http://internet.msu.ru/zattachment_id=3874)  
<http://imagens.tabelaPeriodica.org/nitrato-de-bario-reagindo-com-cromato-de-potassio/>  
<http://www.pinterest.com/pin/61361613646312901/>  
[http://images.flatworldknowledge.com/avellilfw/avellilfw.fjp04\\_011.jpg](http://images.flatworldknowledge.com/avellilfw/avellilfw.fjp04_011.jpg)  
<http://kino-art.ru/eshy/yvelitro-mineralogicheskaya-systava-yarmarka-simfoniya-samotvetov052015/>  
<https://www.flickr.com/photos/37388341@N00/1495908836/in/album-7215760272495872/>  
<http://www.stevesnanglescience.com/blog/education-today/5-kids-science-activities-using-vinegar/>  
<http://www.seinacht.com/Lexikon/ESauerst.htm>  
[http://chemistry-chemists.com/Video/okcl3\\_P02.html](http://chemistry-chemists.com/Video/okcl3_P02.html)  
[http://www.seinacht.com/Chemie/ch\\_ob3.htm](http://www.seinacht.com/Chemie/ch_ob3.htm)  
<http://www.slideshare.net/maisalsqour/chapter-4-reactions-in-aqueous-solutions>  
<http://lineartamerica.com/featured/cobalt-hydroxide-precipitate-andrew-lambert-photography.html>  
<http://lineartamerica.com/featured/cobalt-hydroxide-precipitate-pibphotostock.html>  
<http://chemistry-chemists.com/Video/nickel-D06C.html>  
<http://www.chemguide.co.uk/inorganic/transition/cobalt.html>  
<http://lineartamerica.com/featured/metal-hydroxides-andrew-lambert-photography.html>  
<http://fphoto.photoshelter.com/image/0000p0qch6JULU>  
<http://www.networlddirectory.com/blogs/archives/Chemistry-blog/Sep-9-2006.html>  
<http://lineartamerica.com/featured/iron-hydroxide-precipitates-pibphotostock.html>  
[https://cl.staticflickr.com/3/2614/4030790218\\_c49412898b\\_b.jpg](https://cl.staticflickr.com/3/2614/4030790218_c49412898b_b.jpg)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29\\_chloride#/media/File:Anhydrous\\_Nickel%28I%29-chloride.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29_chloride#/media/File:Anhydrous_Nickel%28I%29-chloride.jpg)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29\\_sulfate#/media/File:Nickel\\_sulfate\\_hydrate.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29_sulfate#/media/File:Nickel_sulfate_hydrate.jpg)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29\\_iodide#/media/File:Jodid\\_nikeln%C3%8D.PNG](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29_iodide#/media/File:Jodid_nikeln%C3%8D.PNG)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29\\_fluorid#/media/File:Fluorid\\_nikeln%C3%8D.PNG](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29_fluorid#/media/File:Fluorid_nikeln%C3%8D.PNG)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29\\_bromid#/media/File:Bromid\\_nikeln%C3%8D.PNG](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel%28I%29_bromid#/media/File:Bromid_nikeln%C3%8D.PNG)  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Cobaltous\\_chloride\\_anhydrous.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Cobaltous_chloride_anhydrous.jpg)  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Cobaltous\\_chloride.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Cobaltous_chloride.jpg)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel#/media/File:Color\\_of\\_various\\_Ni%28I%29\\_complexes\\_in\\_aqueous\\_solution.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel#/media/File:Color_of_various_Ni%28I%29_complexes_in_aqueous_solution.jpg)  
<http://www.bbc.co.uk/education/australian/283krcd/revision2>  
<http://www.lambdasyn.org/syrtiles/natrisbesnitratcobaltat.htm>  
<http://shuzulu.tumblr.com/blue-litmus-paper-means>  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Nickel%28I%29\\_oxide.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Nickel%28I%29_oxide.JPG)  
[http://fphoto.photoshelter.com/image?8\\_bqG=1&8\\_bqH=eIzzNQ3wT8nXLTXNCHQKkywNCIOg8PXNL\\_IP9\\_CoMjC501AM8HIOXZ7xLvs0v7EToE170HJTq4rnmGr8a7BoU7JiGw5SQhQWuUQWvWrfUa\\_oHGJbnjYUwBAARyHik-&G\\_ID=10](http://fphoto.photoshelter.com/image?8_bqG=1&8_bqH=eIzzNQ3wT8nXLTXNCHQKkywNCIOg8PXNL_IP9_CoMjC501AM8HIOXZ7xLvs0v7EToE170HJTq4rnmGr8a7BoU7JiGw5SQhQWuUQWvWrfUa_oHGJbnjYUwBAARyHik-&G_ID=10)  
<http://chem1180.blogspot.in/2010/12/01-arhive.html>  
<http://lineartamerica.com/featured/cobalt-chloride-aquilibrium-andrew-lambert-photography.html>  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Color\\_transition\\_of\\_Methyl\\_red\\_solution\\_under\\_different\\_acid-base\\_conditions.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Color_transition_of_Methyl_red_solution_under_different_acid-base_conditions.jpg)

<http://www.stylopinner.com/phenolphthalein/cGhbm9scGH0aGFzZWlu/>

<http://www.alamy.com/stock-photo/litmus.html>

<http://gro-kamri.ru/manganit>

<http://eeeadv.livejournal.com/13694.html>

<http://images.fineartamerica.com/images-medium-large/manganese-hydroxide-precipitate-andrew-lambert-photography.jpg>

<http://fineartamerica.com/featured/carbon-dioxide-test.html>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zinnober\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zinnober_01.jpg)