

Тема лекции
Общие вопросы
аналитической химии.
Химические методы
обнаружения
неорганических
веществ.

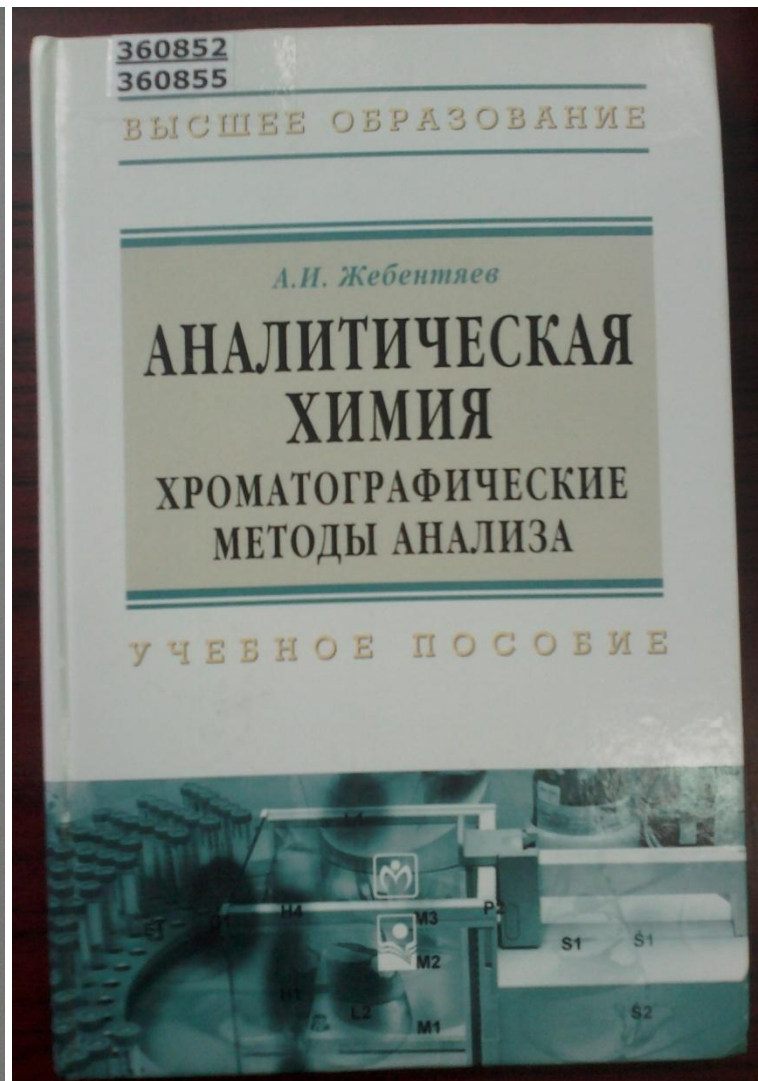
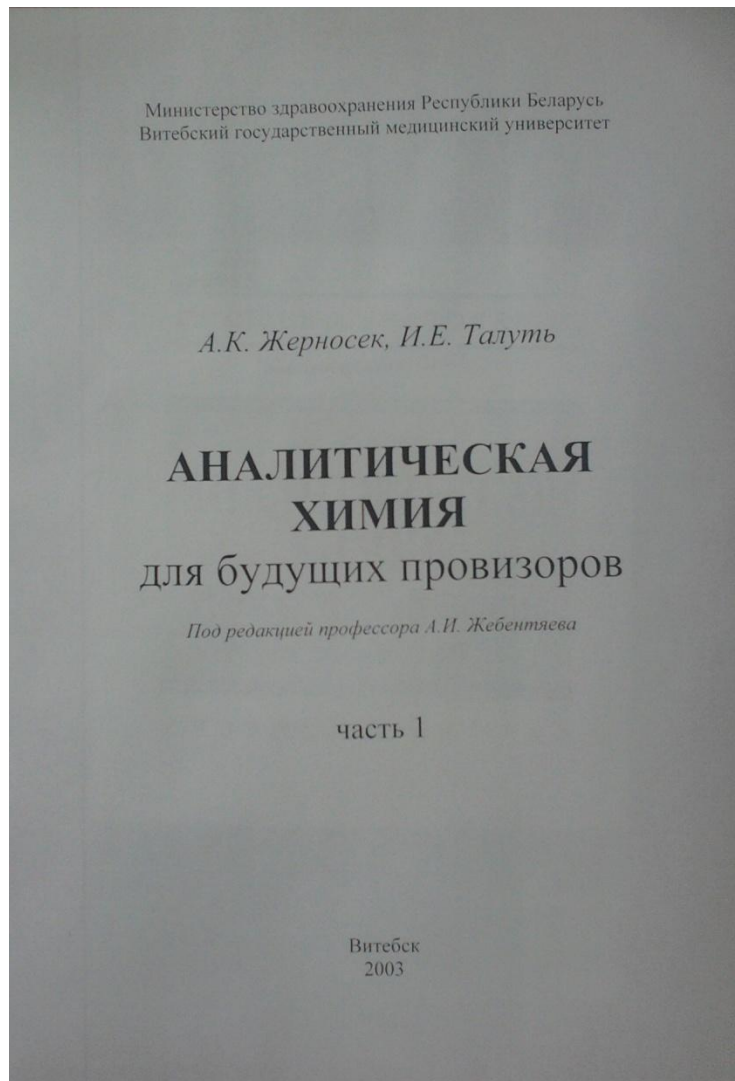
План лекции:

- 1. Общие вопросы аналитической химии. Литература по аналитической химии.**
- 3. Химические методы обнаружения неорганических веществ.**
- 3. Реакции обнаружения катионов**

Рекомендуемая литература



Новая литература



Определение предмета «Аналитическая ХИМИЯ»

Аналитическая химия, или
аналитика – это раздел
химической науки,
разрабатывающий на основе
фундаментальных законов химии
и физики методы и приемы
качественного и количественного
анализа атомного, молекулярного
и фазового состава вещества.

конференции по
аналитической химии
(Эдинбург, 1993)-

Аналитическая химия – это
научная дисциплина, которая
развивает и применяет
методы, средства и общую
методологию получения
информации о составе и
природе вещества

Определение по Г.Кристиану
со ссылкой на Чарльза Н.

Рейли

- Аналитическая химия
– это то, чем
занимаются химики-
аналитики

Аналитическая служба

- Административная система, обеспечивающая конкретный анализ определенных объектов с использованием методов, рекомендуемых аналитической химией, называется аналитической службой. Аналитическая служба государства представляет собой совокупность аналитических служб отдельных ведомств.

Основные понятия аналитической химии: принцип, метод и методика анализа

Принцип анализа

- **Явление**, используемое для получения **аналитической информации**, называется принципом анализа. (Например, **явление** - поглощение света веществом, **аналитическая информация** - природа определяемого вещества и его концентрация)

Метод анализа

- Краткое изложение принципов, лежащих в основе анализа вещества (вне зависимости от определяемого компонента и анализируемого объекта), носит название метода анализа.

Например, гравиметрический анализ основан на определении массы веществ, или
плотностный метод анализа

Методика анализа

- Методика анализа – это подробное описание хода выполнения **конкретного** анализа данного объекта с использованием выбранного метода, обеспечивающее регламентированные характеристики **правильности и воспроизводимости** (раздел – методы математической статистики в аналитической химии) анализа.

В зависимости от цели
различают
качественный,
количественный и
структурный анализ.

Качественный анализ

- Качественный анализ предполагает обнаружение или идентификацию компонентов анализируемого образца.

Количественный анализ

- В процессе количественного анализа происходит определение концентраций или масс компонентов.

Структурный анализ

- Цель структурного анализа – установление химического и пространственного строения исследуемого соединения.

Классификация видов анализа в зависимости от определяемого компонента

Вид анализа	Определяемые компоненты
Изотопный	Отдельные изотопы
Элементный	Элементный состав соединения
Структурно-групповой (функциональный)	Функциональные группы
Вещественный	Определенные формы, в которых интересующий компонент присутствует в анализируемом объекте
Молекулярный	Индивидуальные химические соединения, характеризующиеся определенной молекулярной массой
Фазовый	Отдельные фазы в неоднородном объекте

Классификация видов анализа в зависимости от массы или объема анализируемой пробы

Вид анализа	Масса пробы, г	Объем пробы, мл
Макроанализ	$> 0,1$	$10-10^3$
Полумикроанализ	$0,01-0,1$	$10^{-1}-10$
Микроанализ	$< 0,01$	$10^{-2}-1$
Субмикроанализ	$10^{-4}-10^{-3}$	$< 10^{-2}$
Ультрамикроанализ	$< 10^{-4}$	$< 10^{-3}$

Классификация видов анализа в зависимости от процедуры проведения анализа

- Систематический – разделение смеси ионов на группы или подгруппы.
- Дробный – определение определенного элемента, для подтверждения его нахождения в смеси.
- Локальный – определение элементов на определенном

Характеристики аналитической реакции

- Избирательность (селективность) – возможность определения в результате аналитической реакции определенного вещества (одного или нескольких) в сложной смеси веществ;
- Предел обнаружения (определения) – минимальное количество вещества, которое можно определить качественно (количественно);

Избирательность аналитической реакции (в зависимости от числа веществ)

- **Специфические** реакции – позволяют определять только **одно** вещество;
- **Избирательные** реакции - позволяют определять **небольшое число** веществ;
- **Групповые** реакции – используются в систематическом анализе для выделения **группы** веществ;

Методы аналитической химии

Методы аналитической химии при анализе образцов

- 1. Метод пробоотбора;
- 2. Метод разложения проб;
- 3. Метод разделения и концентрирования;
- 4. Метод обнаружения и количественного определения

Химические методы обнаружения неорганических веществ.

Химические методы обнаружения неорганических веществ

**обнаружения
неорганических веществ
основаны на проведении
аналитических реакций.**

**Аналитическими
называются химические
реакции, результат которых
несет определенную
аналитическую
информацию.**

Эффекты при аналитических реакциях

- 1. Образование и растворение осадков
- 2. Образование характерных кристаллов
- 3. Появление или изменение окраски растворов
- 4. Выделение газов

Понятие аналитической группы ионов

Понятие аналитической группы ионов

- Аналитическая группа ионов отличается от групп Периодической таблицы Менделеева Д.И.
- **Аналитическая группа ионов** обладает общностью свойств в реакциях осаждения или выделения, позволяющих отделить их от остальных ионов близкой химической природы

Аналитическая классификация катионов

Аналитическая классификация катионов

Виды классификации катионов при систематическом анализе

Виды классификации	Сульфидная (сероводородная)	Кислотно-основная	Аммиачно-фосфатная
Признак классификации	Различная растворимость сульфидов металлов	Отношение катионов к водным растворам кислот и щелочей	Различная растворимость фосфатов в воде, водных растворах кислот, щелочей и аммиака

Подразделение катионов по группам по кислотно-основной классификации

Аналитическая группа	Катионы	Групповой реагент
Первая	$\text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	Отсутствует
Вторая	$\text{Ag}^+, \text{Hg}_2^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	Водный раствор HCl
Третья	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	Водный раствор H_2SO_4
Четвертая	$\text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}, \text{Cr}^{3+}$	Водный раствор щелочи(изб)+ H_2O_2 Растворяются в щелочах (изб)
Пятая	$\text{Mg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	Образуются осадки гидроксидов
Шестая	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	В избытке аммиака образуются комплексные соединения

РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ПРИ 25 °С

АНИОНЫ \ КАТИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Rb ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Be ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cr ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Cd ²⁺	Co ²⁺	Co ³⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺
O ²⁻ ОКСИД	18	?	30	62	94	187	153	104	56	40	25	102	71	81	68	152	72	160	128	75	160	75	135	223	80	232	217
OH ⁻ ГИДРОКСИД	18	35	24	40	56	102,5	171	122	74	58	43	78	89	99	86	103	90	107	146	93	110	93	153	241	98	125	235
F ⁻ ФТОРИД	20	37	26	42	58	104,5	175	126	78	62	47	84	93	103	90	109	94	113	150	97	116	97	157	245	102	127	238
Cl ⁻ ХЛОРИД	36,5	53,5	42,5	58,5	74,5	121	208	159	111	95	80	133,5	126	136	123	158,5	127	162,5	183	130	165,5	130	190	278	135	143,5	272
Br ⁻ БРОМИД	81	98	87	103	119	165,5	297	247	200	184	169	267	215	225	212	292	216	296	272	219	?	219	279	367	223	188	360
I ⁻ ИОДИД	128	145	134	150	166	212,5	391	341	294	278	263	408	309	319	306	433	310	?	366	313	?	313	373	461	317	235	454
S ²⁻ СУЛЬФИД	34	68	46	78	110	203	169	120	72	56	41	150	87	97	84	200	88	208	144	91	214	91	151	239	96	248	233
SO ₄ ²⁻ СУЛЬФАТ	98	132	110	142	174	267	233	184	136	120	105	342	151	161	148	392	152	400	208	155	406	155	215	303	160	312	297
HSO ₄ ⁻ ГИДРОСУЛЬФАТ	98	115	104	120	136	182,5	?	282	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	401	?	?	?
SO ₃ ²⁻ СУЛЬФИТ	82	116	94	126	158	251	217	168	120	104	?	294	135	145	?	344	136	?	192	139	?	139	199	287	144	296	281
ClO ₄ ⁻ ПЕРХЛОРАТ	100,5	117,5	106,5	122,5	138,5	185	336	287	239	223	208	325	254	264	251	350	255	354	311	258	?	258	?	406	262	207,5	400
ClO ₃ ⁻ ХЛОРАТ	84,5	101,5	90,5	106,5	122,5	169	304	255	207	191	176	277	222	232	?	302	?	?	279	226	?	226	?	374	230	191,5	368
NO ₃ ⁻ НИТРАТ	63	80	69	85	101	147,5	261	212	164	148	133	213	179	189	?	238	180	242	236	183	245	183	243	331	188	170	325
NO ₂ ⁻ НИТРИТ	47	64	53	69	85	131,5	229	180	132	116	101	?	147	157	?	?	?	?	?	151	?	151	?	299	156	154	293
PO ₄ ³⁻ ОРТОФОСФАТ	98	149	116	164	212	351,5	602	453	310	263	217	122	355	386	346	147	357	151	527	367	?	367	546	812	381	419	792
HPO ₄ ²⁻ ГИДРООРТОФОСФАТ	98	132	?	142	174	267	233	184	136	120	105	342	151	161	?	?	152	?	?	?	?	?	215	303	160	?	?
H ₂ PO ₄ ⁻ ДИГИДРООРТОФОСФАТ	98	115	104	120	136	182,5	331	282	234	218	203	318	249	259	?	?	250	?	306	?	?	?	313	401	?	205	?
CH ₃ COO ⁻ АЦЕТАТ	60	77	66	82	98	144,5	255	206	158	142	127	204	173	183	170	229	174	233	230	117	?	177	237	325	182	167	319
Cr ₂ O ₇ ²⁻ ДИХРОМАТ	218	252	230	262	294	387	353	304	256	?	?	?	?	?	?	?	?	760	?	?	?	?	?	423	280	432	417
CrO ₄ ²⁻ ХРОМАТ	118	152	130	162	194	287	253	204	156	140	?	?	171	181	?	?	?	460	228	175	?	175	235	323	180	332	317
MnO ₄ ⁻ ПЕРМАНГАНАТ	120	137	126	142	158	204,5	375	326	278	262	247	384	?	303	?	?	?	?	350	?	?	297	?	?	?	?	?
CO ₃ ²⁻ КАРБОНАТ	62	96	74	106	138	231	197	148	100	84	69	?	115	125	112	?	116	?	172	119	298	119	?	267	124	276	261
HCO ₃ ⁻ ГИДРОКАРБОНАТ	62	79	68	84	100	146,5	259	210	162	146	?	?	?	187	?	?	178	?	234	?	?	?	?	329	?	169	?
SiO ₃ ²⁻ МЕТАСИЛИКАТ	78	?	90	122	154	247	213	164	116	100	85	?	131	141	?	?	132	?	189	?	?	?	195	283	?	292	?

РАСТВОРЯЕТСЯ (>1 г на 100 г воды)

НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ (<0,1 г на 100 г воды)

НЕТ ДАННЫХ О РАСТВОРИМОСТИ

МАЛО РАСТВОРЯЕТСЯ (0,1-1 г на 100 г воды)

РАЗЛАГАЕТСЯ ИЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ С ВОДОЙ

НЕТ ДАННЫХ О СУЩЕСТВОВАНИИ ВЕЩЕСТВА

Схема разделения катионов по кислотно-щелочному методу:

Клас-ция опована на примен. гр. реагентов:
р-р кислот (HCl , H_2SO_4), щелочей, H_2O и NH_3

Предв. испытания
-рН, цвет, NH_4^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+}

МОЖЕТ БЫТЬ
 CaSO_4 , SrSO_4 , BaSO_4 ,
 PbSO_4 , BiOCl , SbOCl .

анализируется
аналогично
серовод. м-ду

осадок II гр.
 $\text{Cl}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{PbCl}_2$
 (мыть $\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$)

p-p I, III - VI гр.

$$\text{H}_4)_2\text{SO}_4 (*)$$

+этанол

осадок (не исследуется)
гидроокиси, карбонаты, основные соли
IV-VI гр.

H_2O $t^\circ\text{C}$
 $\text{AgCl}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2$ (обнар. с
 $\text{NH}_3(\text{к})$
ОСАДОК
 HgNH_2Cl (черн.)
 $+\text{HCl}^p$
 P-P
 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$
 (обн. с KCl)

анализ аналогично
II гр. по
сероводородному
методу

Na_2CO_3
 (2-3 раза)
 COOH CaCO_3
 SrCO_3
 BaCO_3

1) 2H H

осадок
гидроокиси, основные
соли V-VI гр.

р. I, IV-VI гр. часть Ca^{2+} $\text{NH}_3(\text{к})$
(делим на 2 части) (до шел р-ции)

6н NaOH H_2O_2 | $t^\circ\text{C}$

р-р I гр.
 K^+ , Na^+
обнаружение

CrO_4^{2-} , $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,
 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,
 $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$

NH_4Cl (тв.) до насыщ.
 $t^\circ\text{C}$ (упарить)

осадок
 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

$\text{p-p } \text{CrO}_4^{2-}$,
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 (опред.)

p-p
[SbCl₆]⁻ →
(обнар. с Fe или
(NH₄)₂S)

$$\xleftarrow{\text{HCl}_{(\text{к})}} \frac{\text{осадок}}{\text{HSbO}_3}$$

p-p V-VI гр.
 $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Bi}^{3+},$
 $\text{Mg}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+} (\text{Ca}^{2+})$
 (p-p — нейтрализовать p-ром Na_2CO_3)

осадок
 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 $\swarrow$
 $2n \text{ HCl}$
 опред. Al^{3+}

$p\text{-p. CrO}_4^{2-}$,
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 (опред.)

$\text{Fe}_{(\text{мет})}$, NaOH и $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
 обнар. Sn^{2+}

p-p Mg^{2+}
(обнар.)

1) NH_4Cl
2) H_2O_2

осадок V гр.
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg}(\text{OH})_2 \\ \text{Mn}(\text{OH})_2 \\ \text{Fe}(\text{OH})_3 \\ \text{Bi}(\text{OH})_3 \end{array} \right.$

$\text{p-p VI гр. (Ca}^{2+}\text{)}$
 син. - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
 бур. - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
 голуб. - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

$\xrightarrow[\text{до кислой р-ции}]{2n \text{ H}_2\text{SO}_4}$
 $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+},$
 $\text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, (\text{Ca}^{2+})$
 упарить досуха (уд. NO_3^-) р-ть ост-к в H_2O

осадок
MnO₂
Fe(OH)₃
Bi(OH)₃

↓
t °C 2HNO₃

осадок MnO₂ (опред.) p-р Fe³⁺, Bi³⁺ (опред.)

$$\text{H}_2[\text{HgCl}_4] \xrightarrow[\text{(обнар. Hg}^{2+})]{\text{HNO}_3} \text{HgS} \xrightarrow{\text{осадок}} \text{HCl}$$
$$\text{HNO}_3, t^\circ\text{C} \rightleftharpoons \frac{p-p}{\text{Cu}^{2+}}$$

$\xrightarrow{\text{осадок}}$
 $\text{HgS, Cu}_2\text{S, (S)}$
 $\xrightarrow{\text{р-р}}$
 $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$
 (обнр.)
 $(\text{Ca}^{2+} - \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$

Группы	Гр. реагент
I. $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	нет
II. $\text{Ag}^+, \text{Hg}_2^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	2н HCl
III. $\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, (\text{Pb}^{2+})$	$1\text{M H}_2\text{SO}_4 + \text{этанол} (\text{Ca}^{2+})$
IV. $\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}$	$4\text{M NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$
V. $\text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	$\text{NaOH} + \text{NH}_3(\text{к})$
VI. $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$	$25\% \text{ NH}_3$ избыток

Аналитическая классификация катионов

- Сульфидная;
- Кислотно-основная;
Аммиачно-
фосфатная;

Сульфидная Аналитическая классификация катионов

- Групповые реагенты – сульфид аммония, сероводород и карбонат аммония.
- Все катионы подразделяются на
- 5 аналитических групп. Различия в растворимости и сульфидов и образования осадков с карбонатом аммония

Кислотно-основная аналитическая классификация катионов

- Все катионы подразделяются на 6 аналитических групп. Используется различие в растворимости соединений по отношению к раствором кислот и
- щелочей с учетом комплексообразования в растворах.

Аммиачно-фосфатная аналитическая классификация катионов

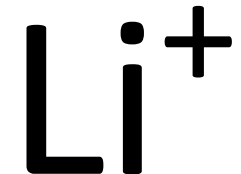
- В основу положена различная растворимость фосфатов в воде, водных растворах кислот, щелочей и аммиака. Все катионы делятся на 5 аналитических групп.

Кислотно- основная классификация катионов

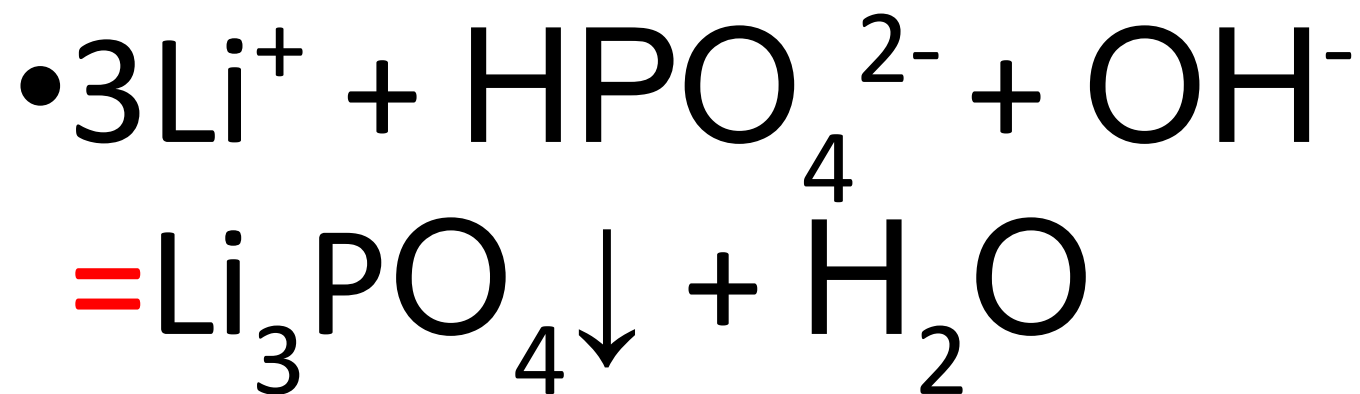
Первая аналитическая группа катионов

Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+

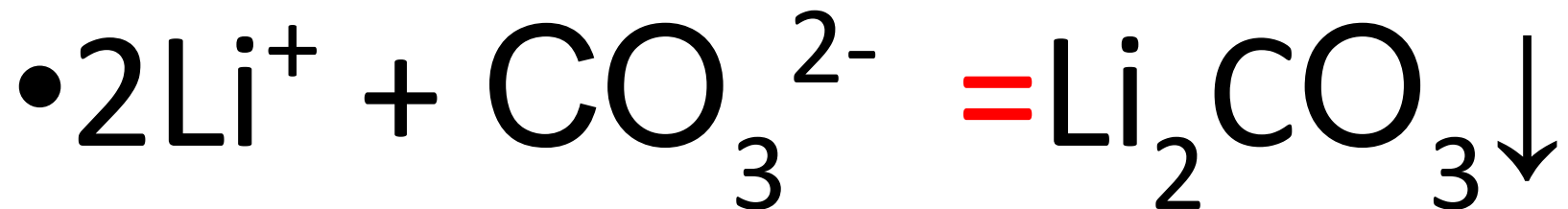
Реакции ионов



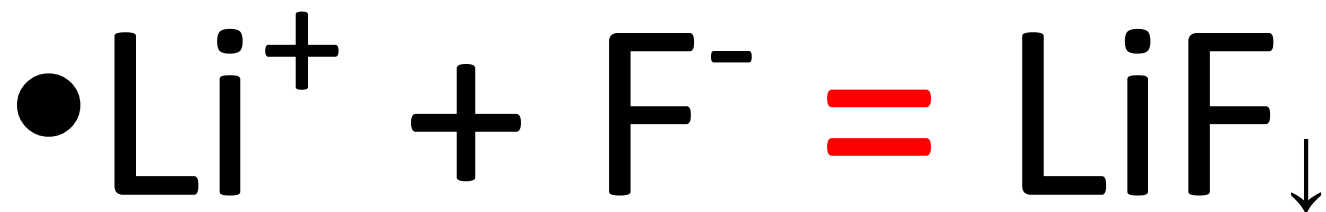
*Реакция с двузамещенным
гидроортофосфатом натрия*



*Реакция с растворимыми
карбонатами*



Реакция с растворимыми фторидами

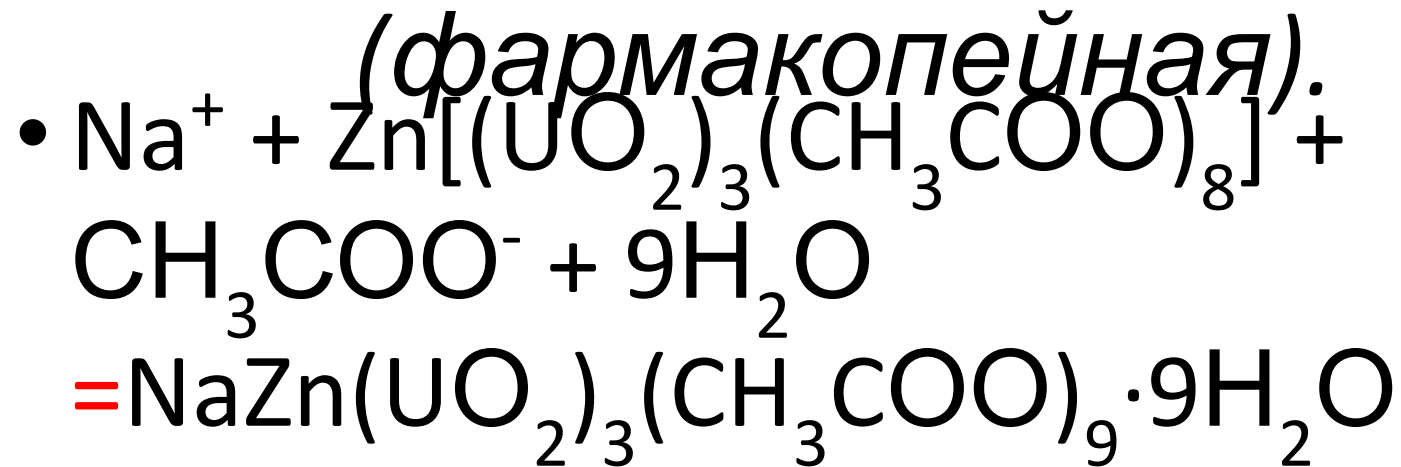


Реакции ионов

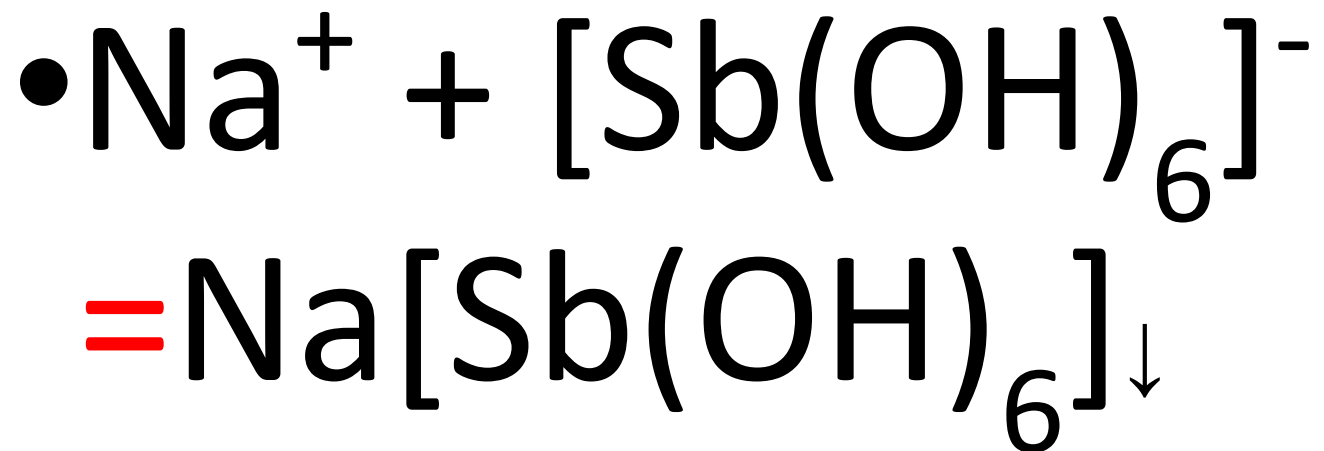


*Микрокристаллоскопическая
реакция с
цинкуранилацетатом*

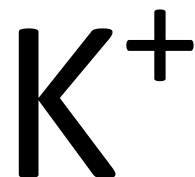
(фармакопейная).



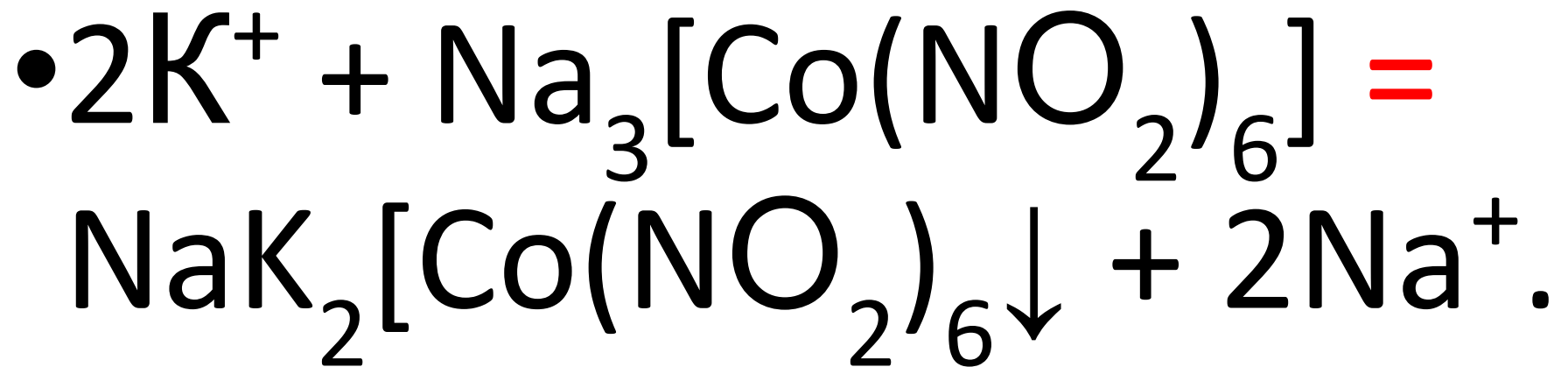
*.Реакция с
гексагидроксостибатом (V)
калия*



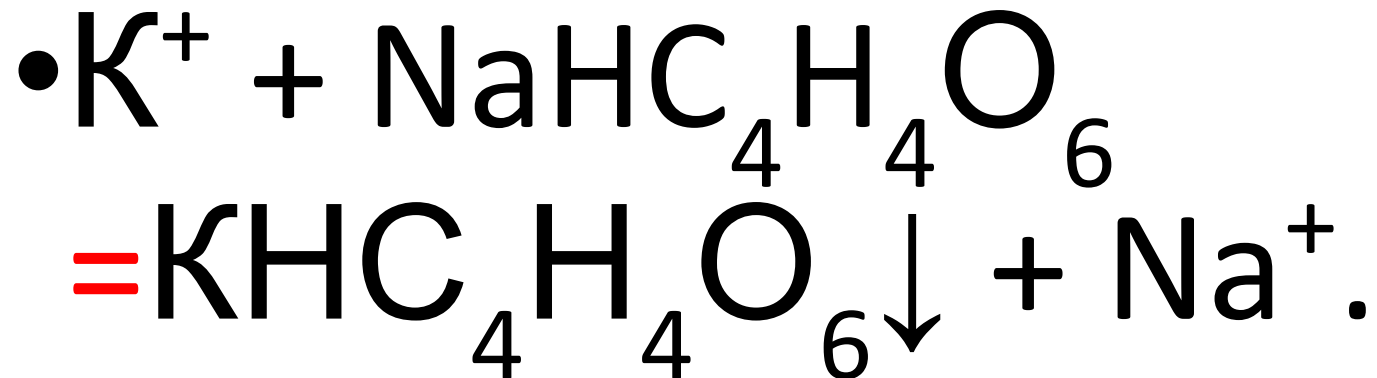
Реакции ионов



*Реакция с
гексанитрокобальтатом (III)
натрия (фармакопейная)*



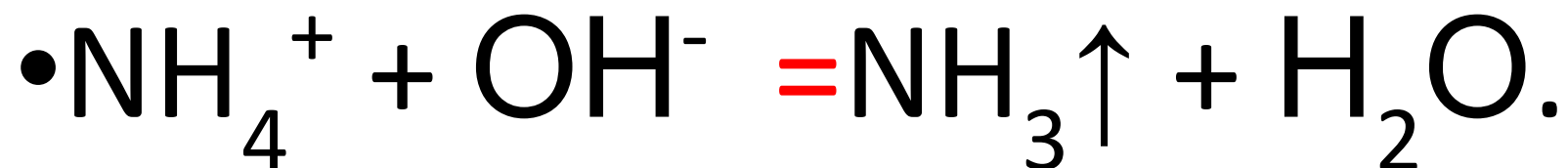
*Реакция с гидротарtratом
натрия (фармакопейная)*



Реакции ионов

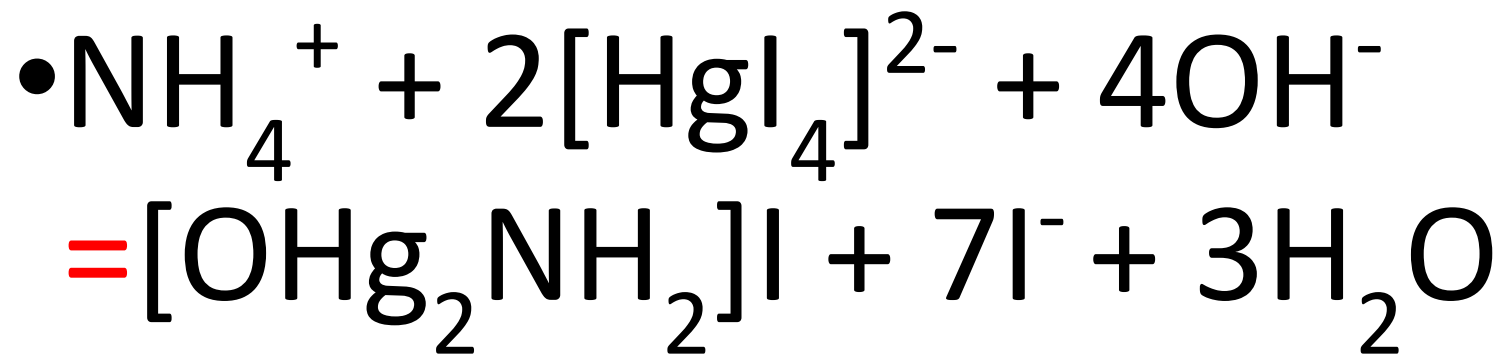


Реакция разложения солей аммония щелочами (фармакопейная)

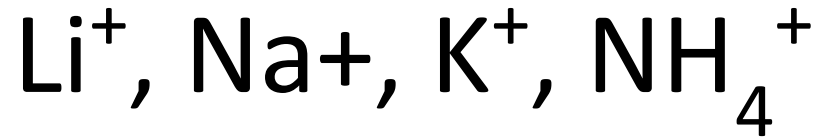


Реакция с реактивом

*Несслера — смесью раствора
тетрайодомеркурата(II)
калия $K_2[HgI_4]$ с KOH
(фармакопейная)*



Анализ смеси катионов



- Сразу удаляют аммоний прокаливаем в щелочной среде, затем Li^+ – осаждением фторидом аммония или гидроортофосфатом натрия.
- Ионы Na^+ , K^+ , определяют дробными реакциями

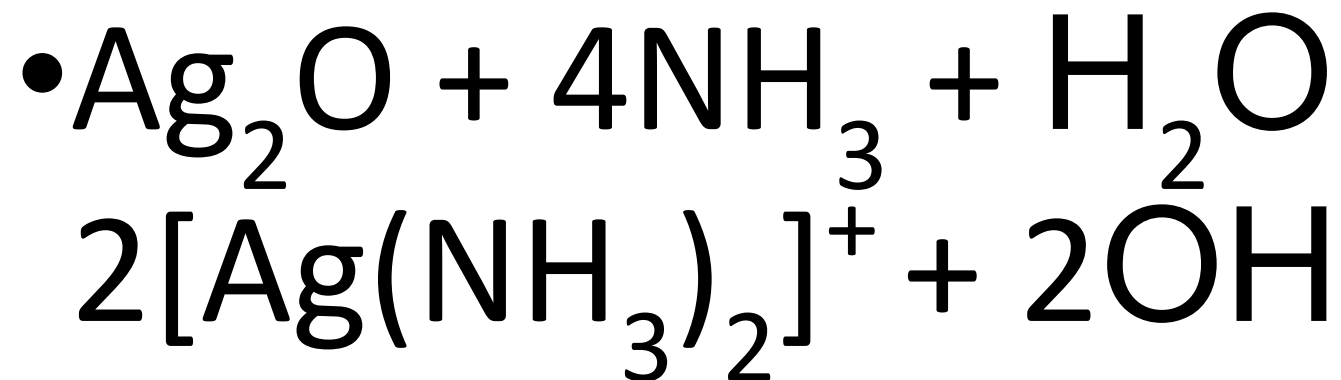
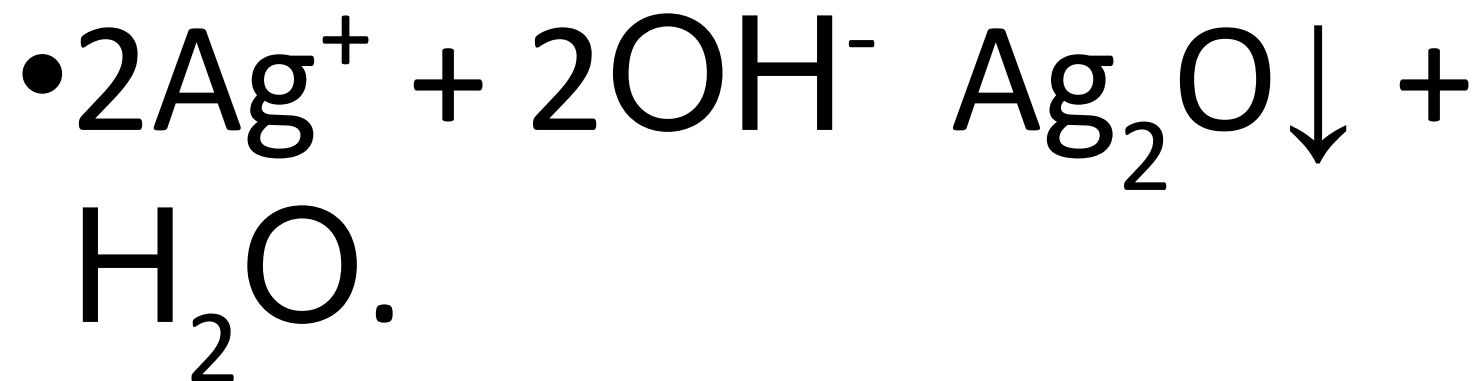
Вторая аналитическая группа катионов

- Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} ,

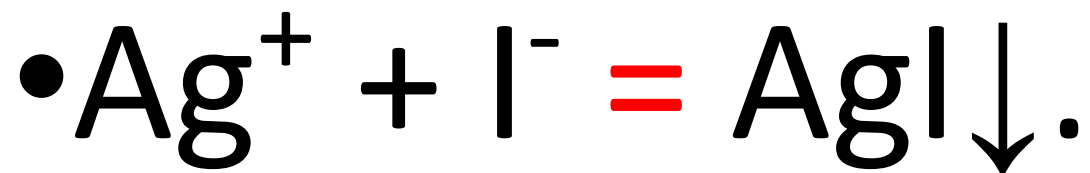
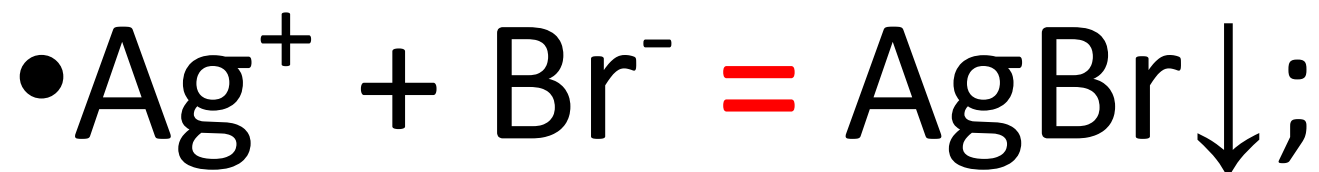
Реакции ионов



Реакция со щелочами



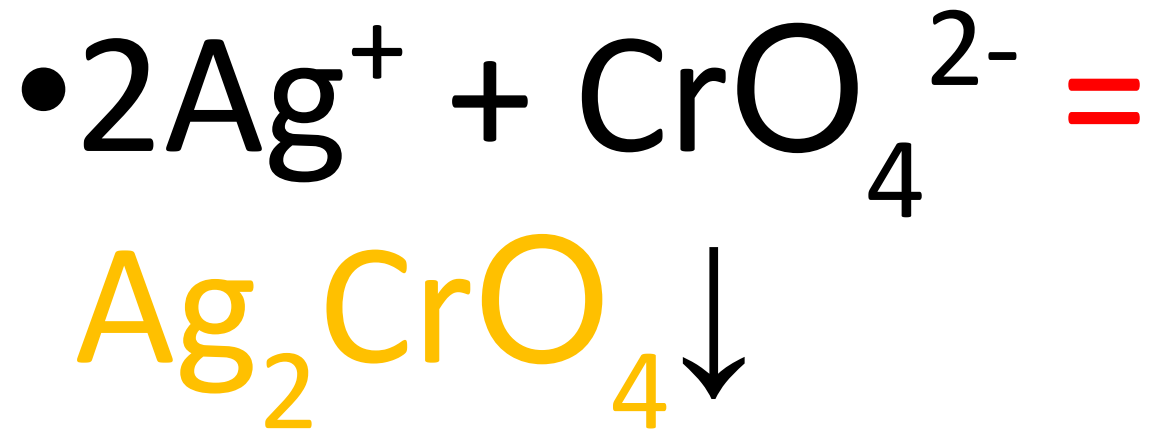
Растворимые галогениды



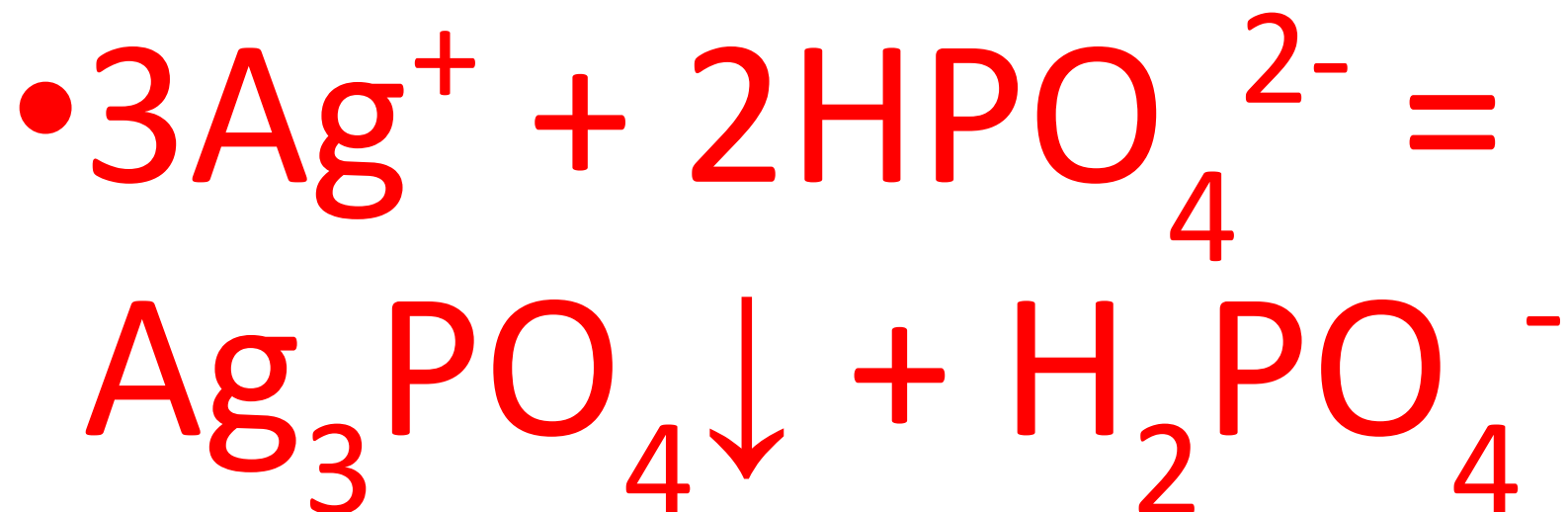
Различие галогенидов серебра

- Осадок хлорида серебра растворим в растворе аммиака. Иодид серебра не растворяется в растворе аммиака, а бромид серебра растворяется незначительно

Хромат калия - осадок
кирпично-красного цвета:



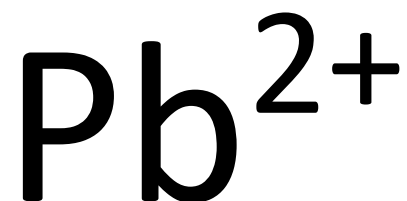
ГидроОртофосфат натрия



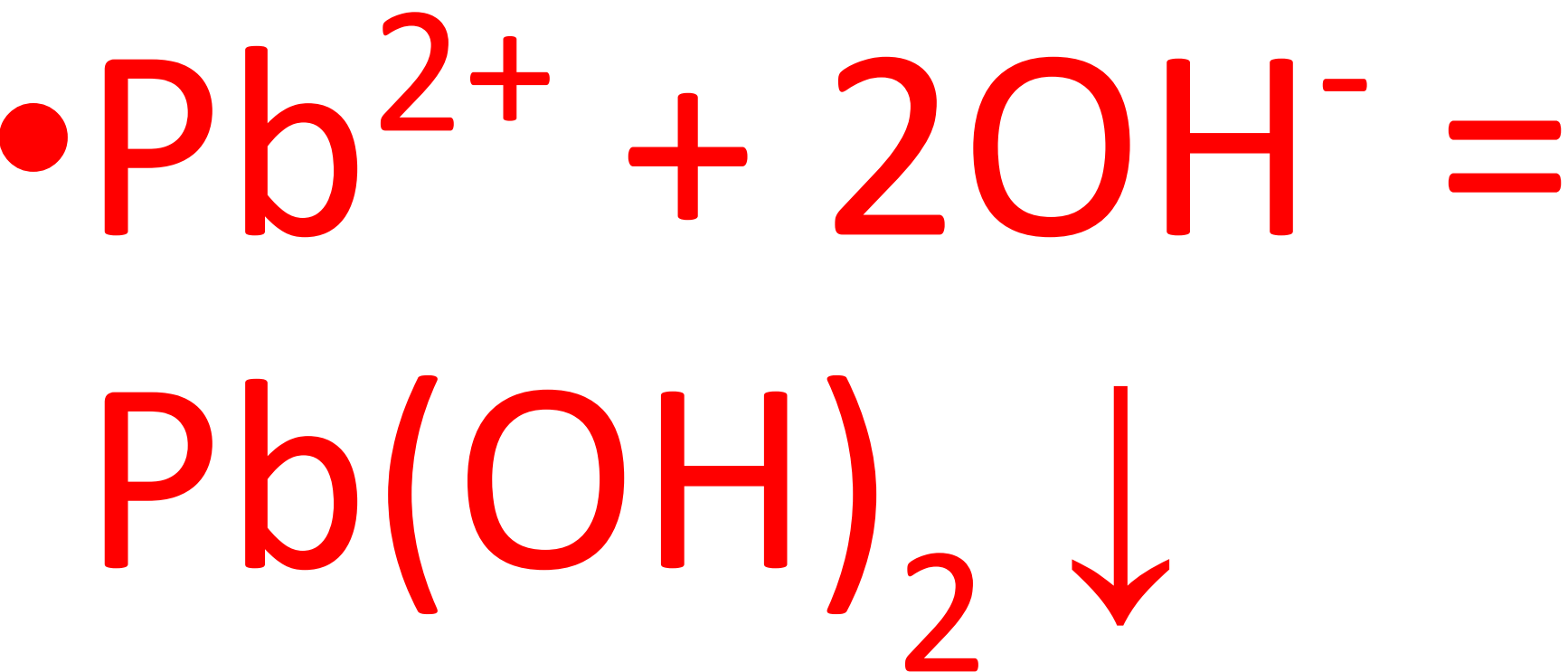
Реакция восстановления Ag^+ до металлического серебра

- $4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{CH}_2\text{O} =$
- $4\text{Ag}\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Реакции ионов



Действие щелочей и аммиака

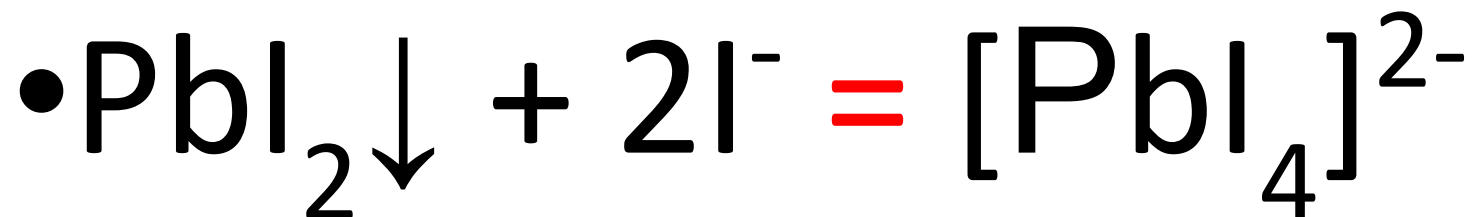


Растворимые галогениды

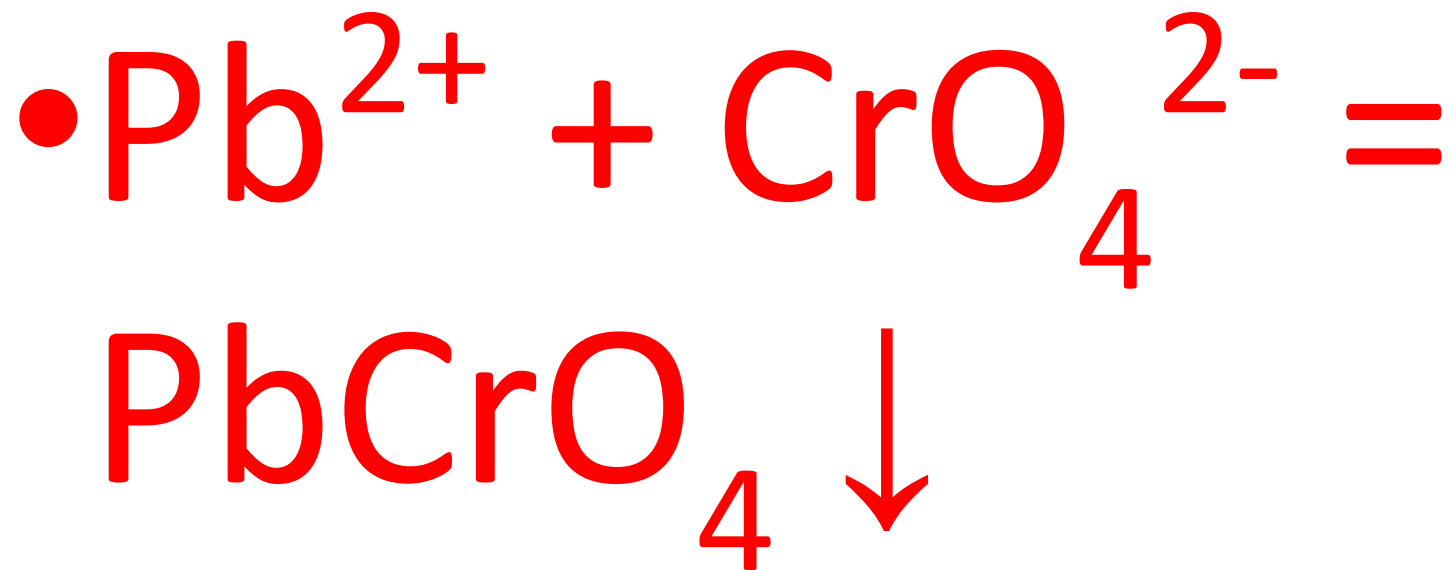
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 \downarrow$
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Br}^- = \text{PbBr}_2 \downarrow$
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2 \downarrow$



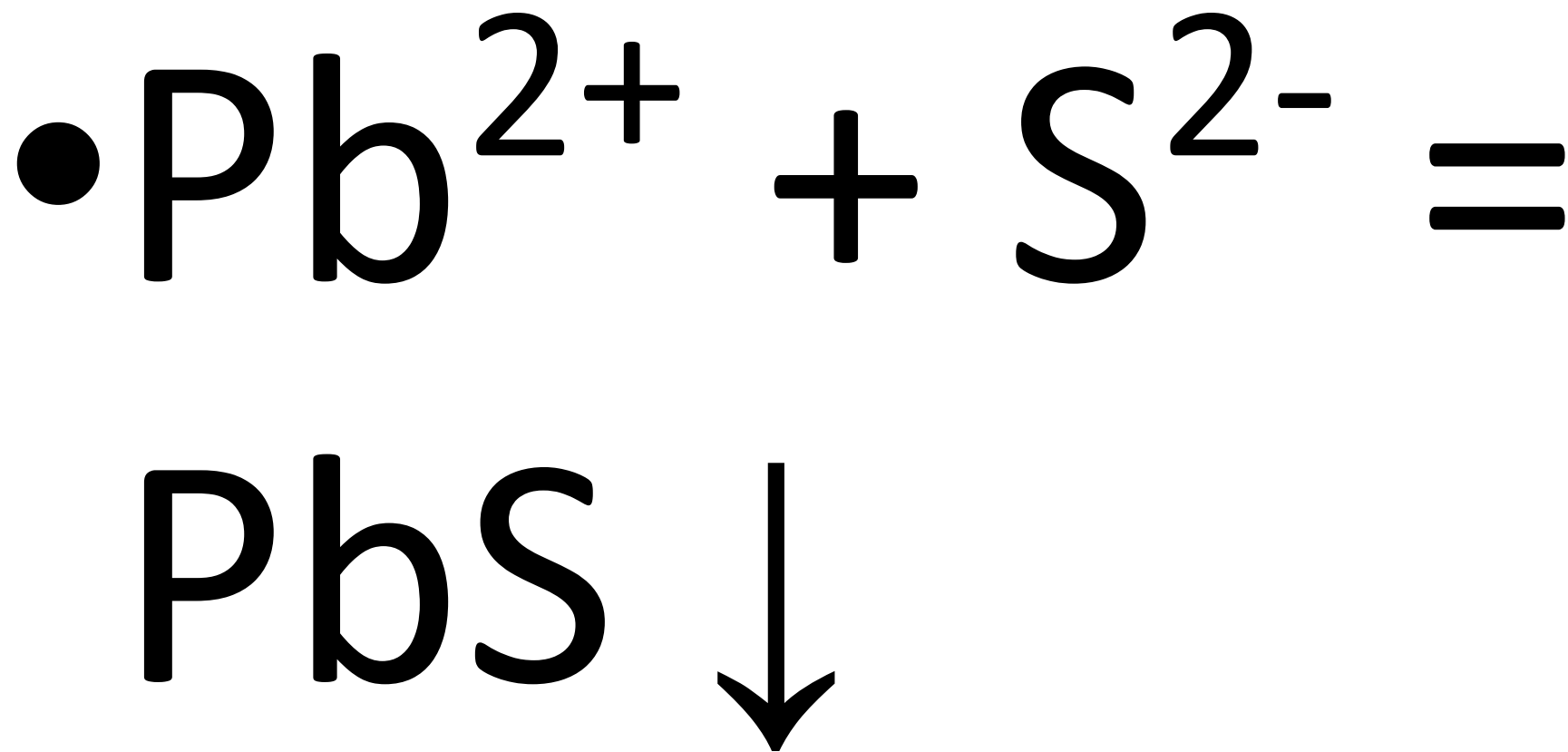
Осадки галогенидов свинца (II)
растворимы в горячей воде и в
присутствии избытка
галогенид-ионов



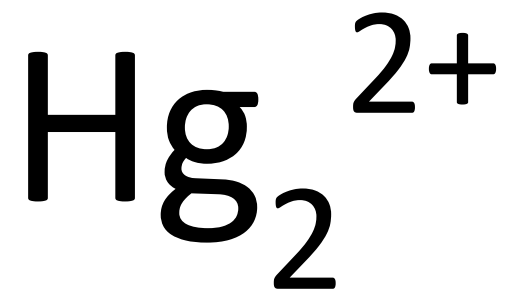
Хромат калия образует
желтый осадок



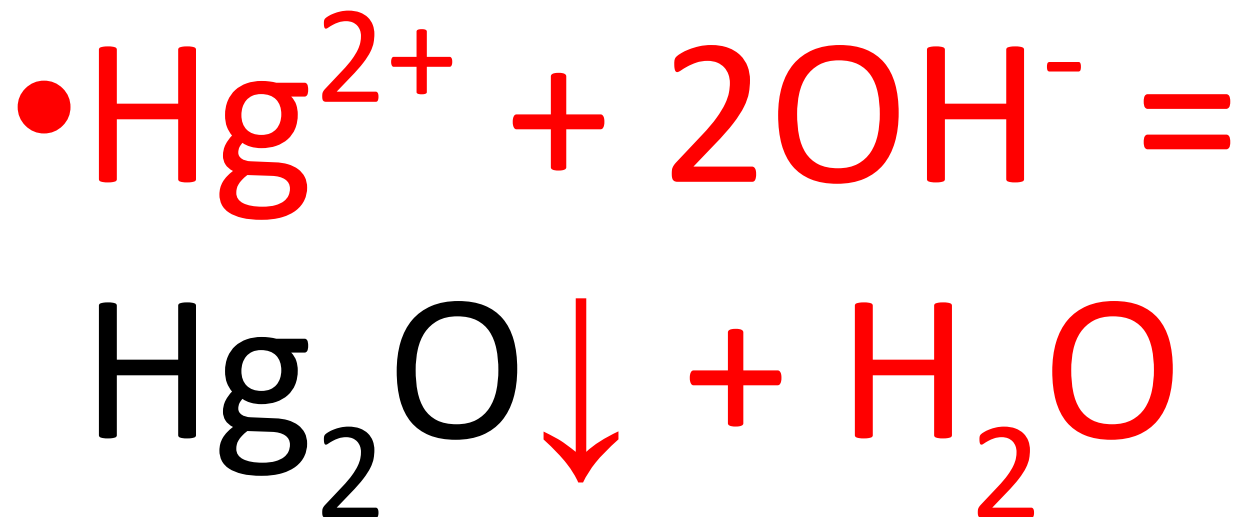
Реакция с сульфид-ионами



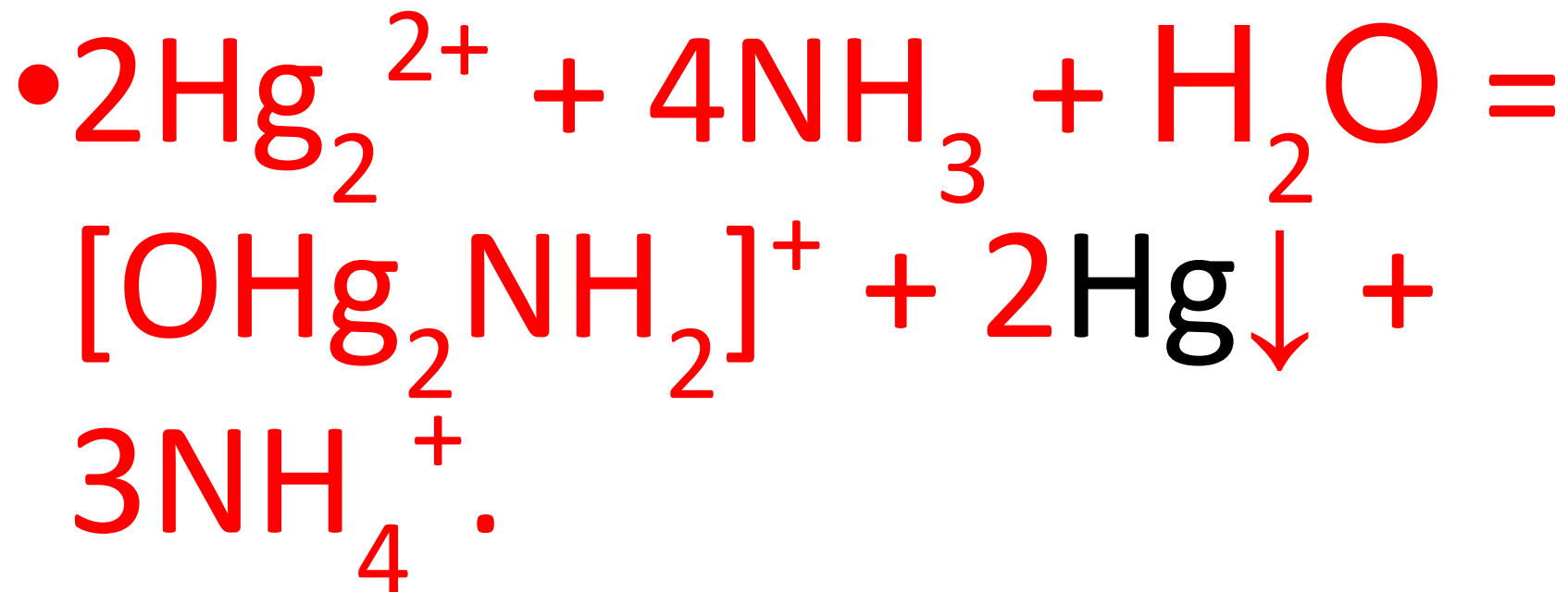
Реакции ионов



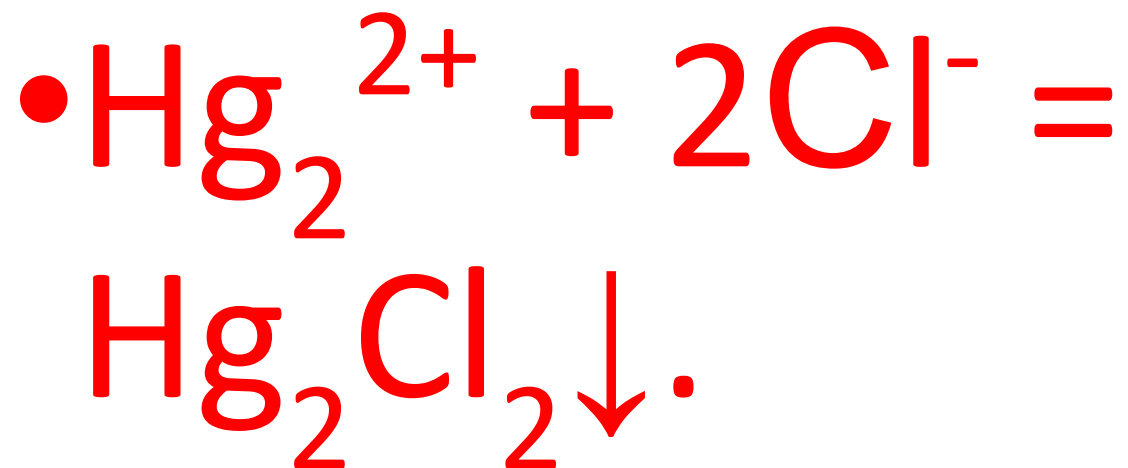
Действие щелочей



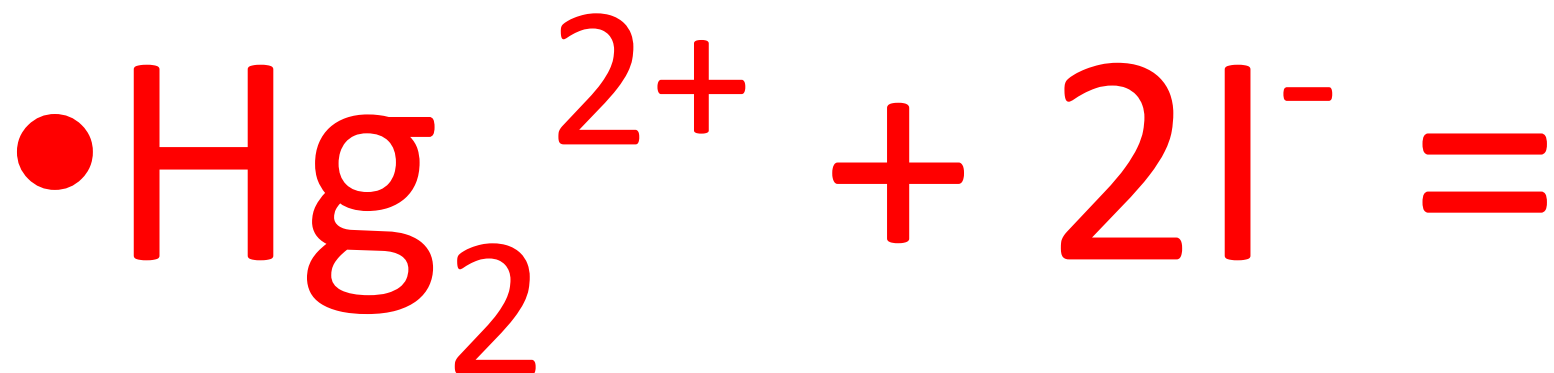
Водный раствор аммиака



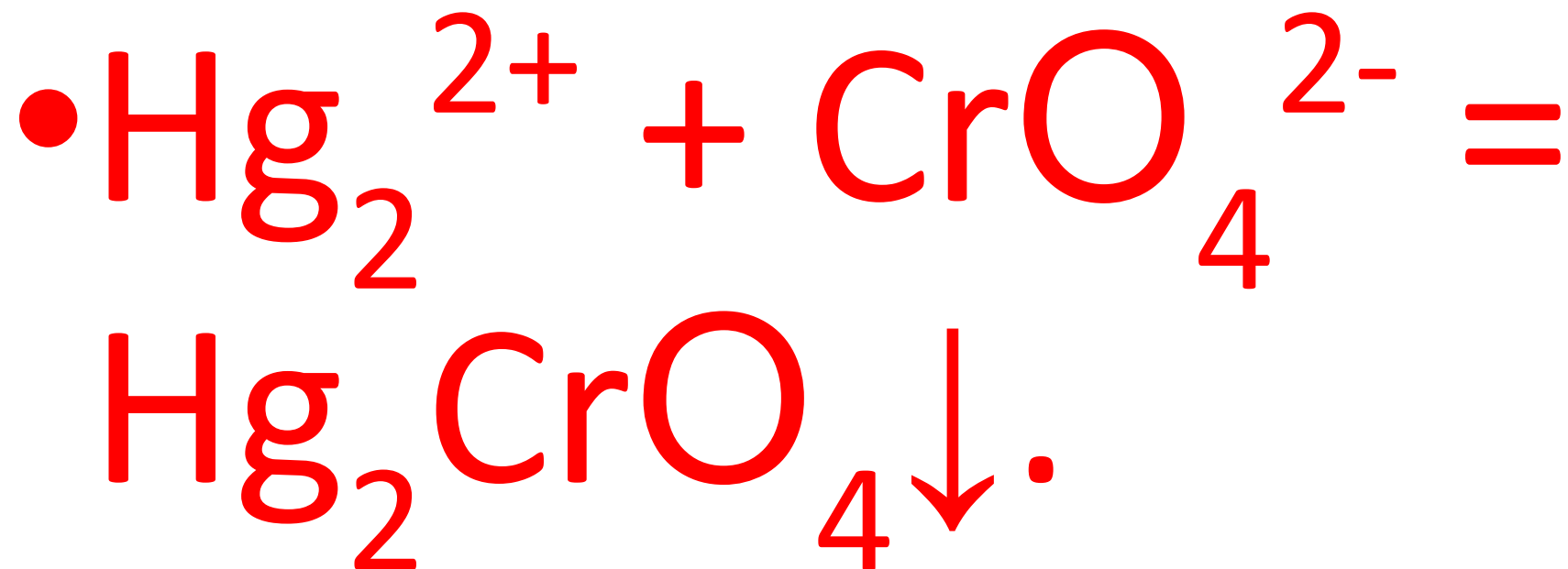
Растворимые хлориды



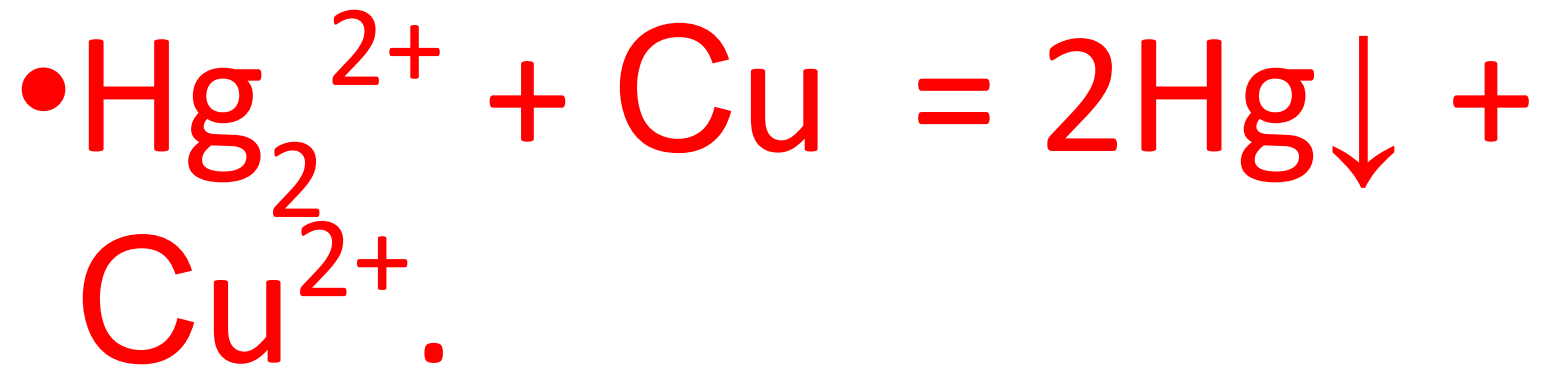
Растворимые иодиды



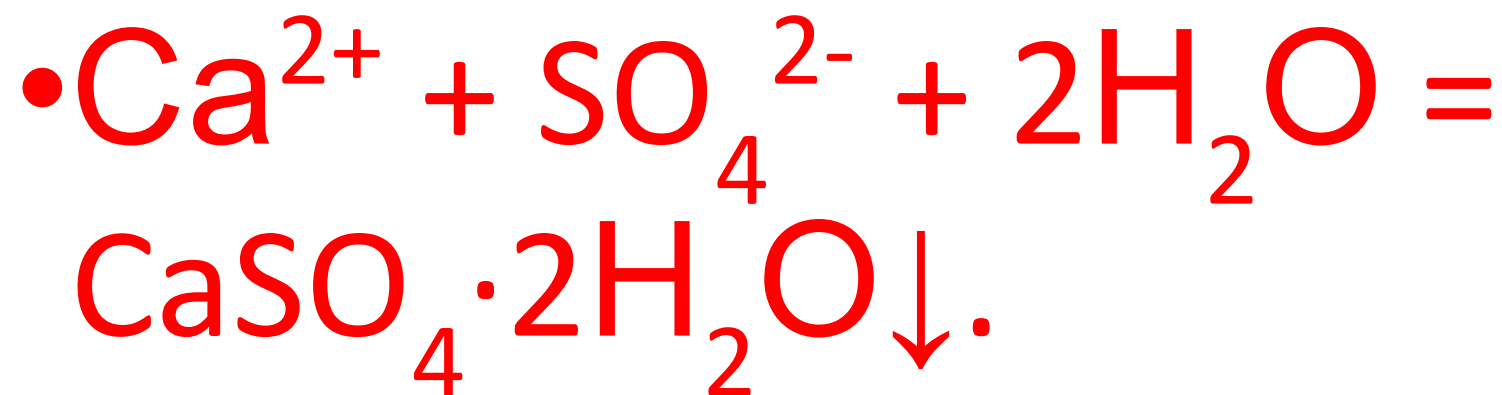
Хромат калия



***Восстановление ртути (I)
до металлической ртути.***

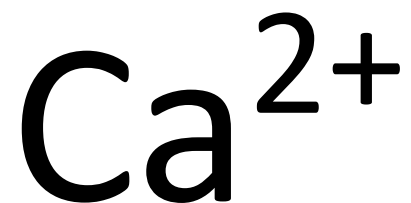


Серная кислота

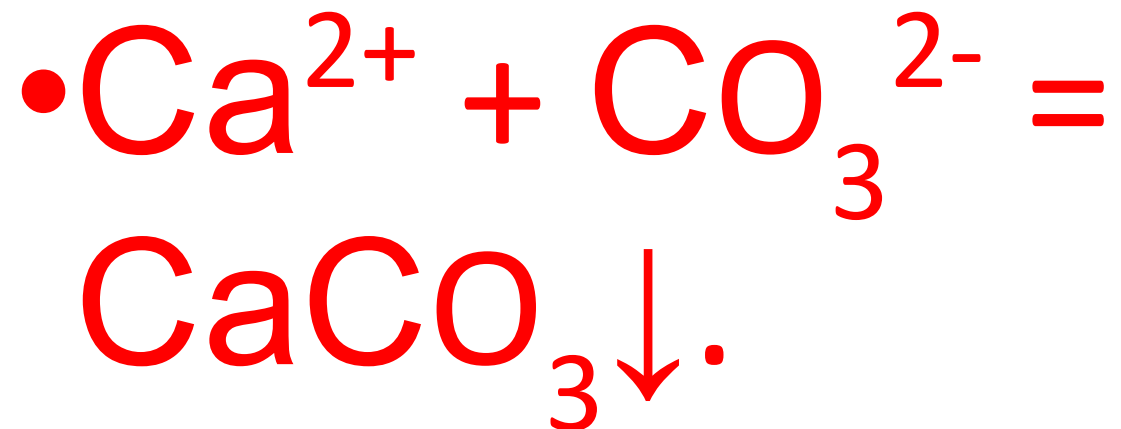


Третья
аналитическая
группа катионов
- Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ,

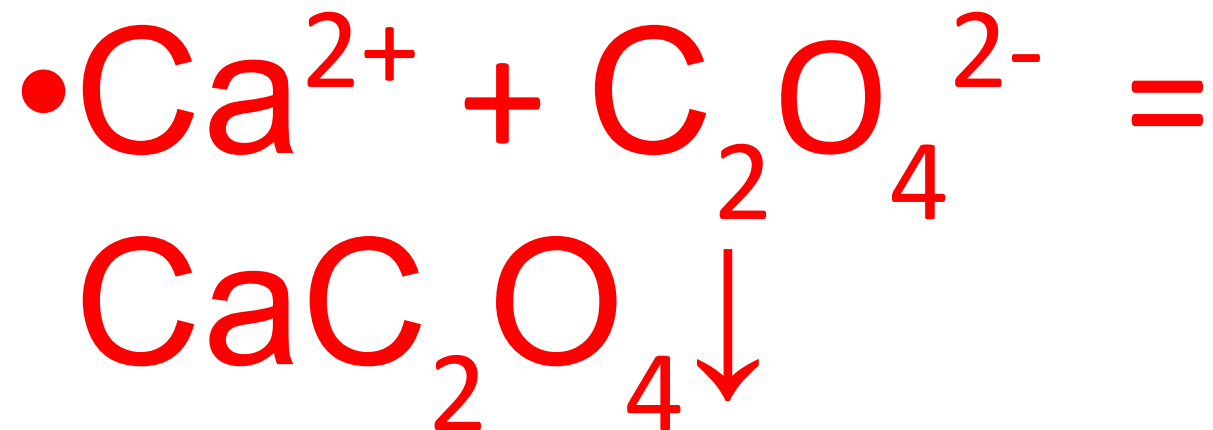
Реакции ионов



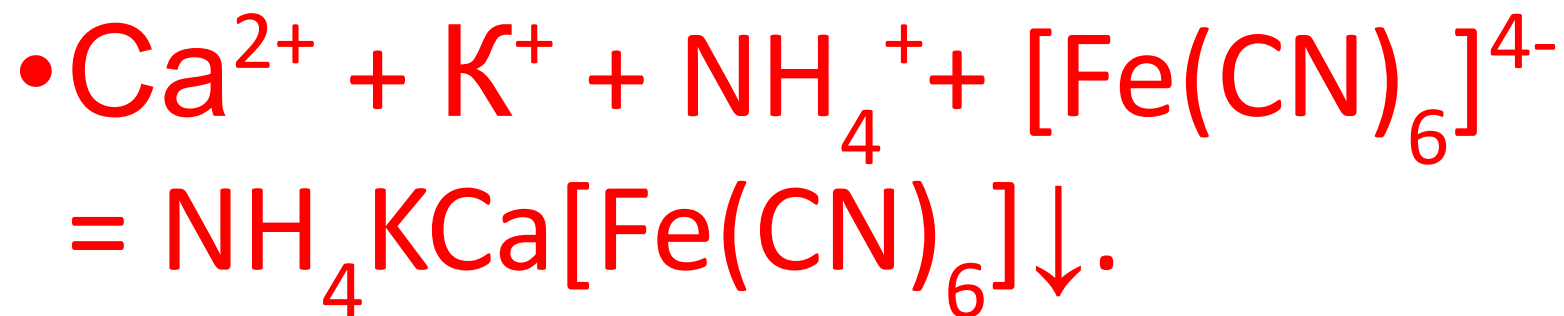
Карбонат аммония



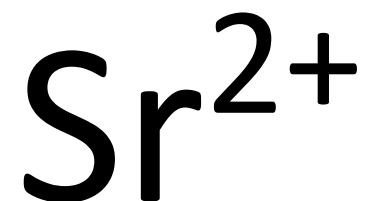
Оксалат аммония



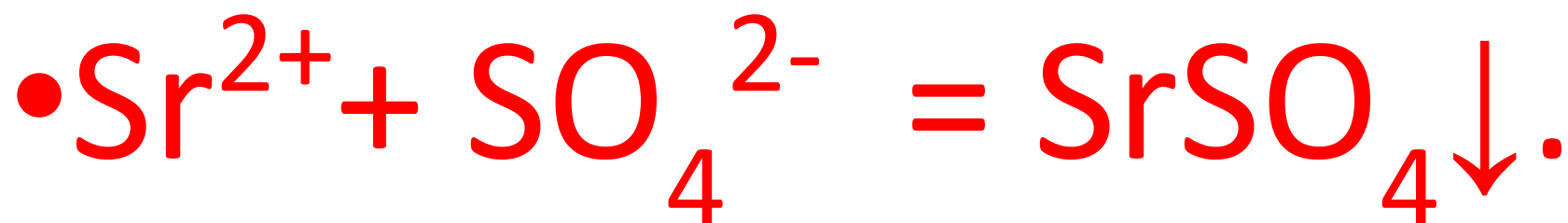
Гексацианоферрат (II) калия



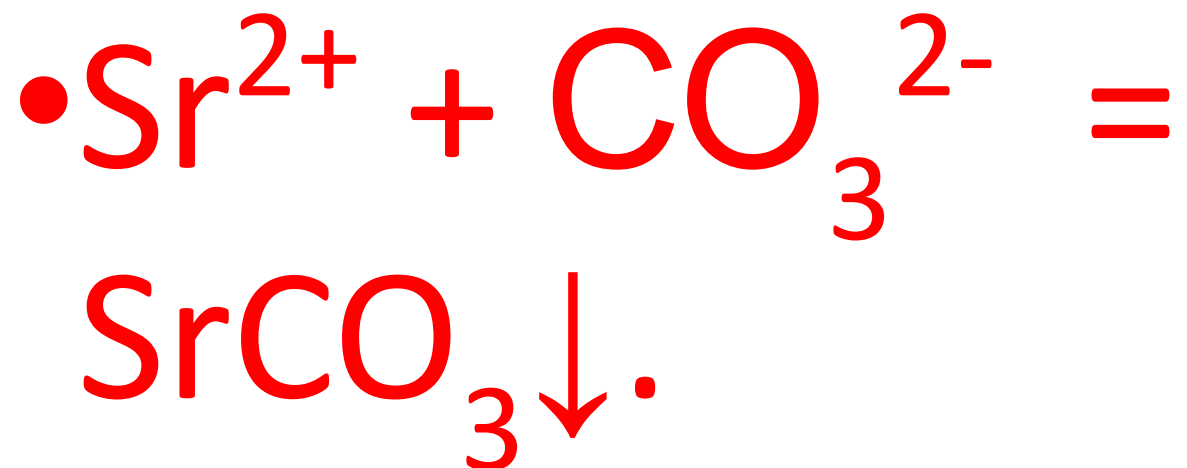
Реакции ионов



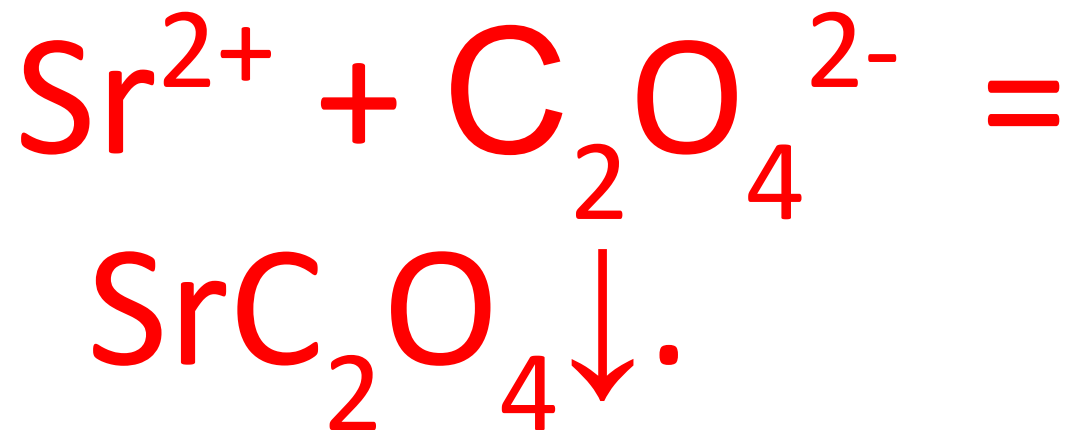
*Серная кислота, растворимые
сульфаты и гипсовая вода
(насыщенный водный раствор
сульфата кальция)*



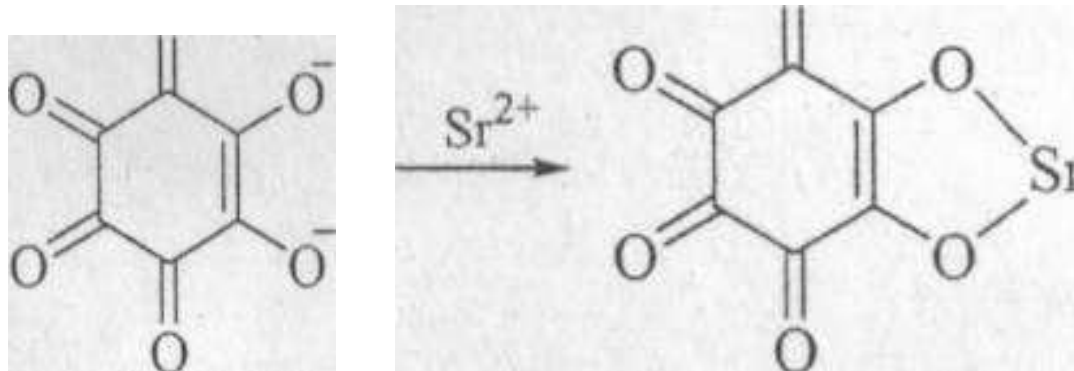
Карбонат аммония



Оксалат аммония



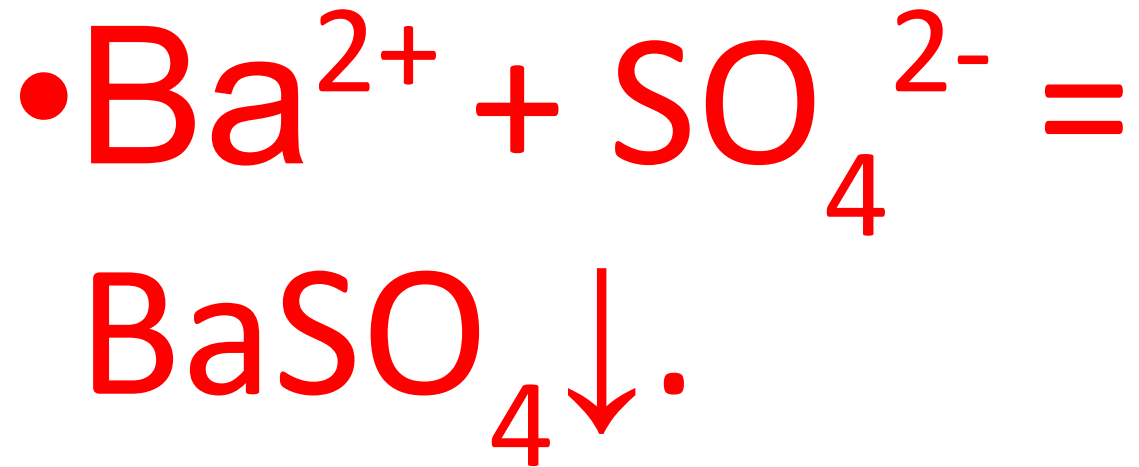
Родизонат стронция- соединение красно-бурого цвета



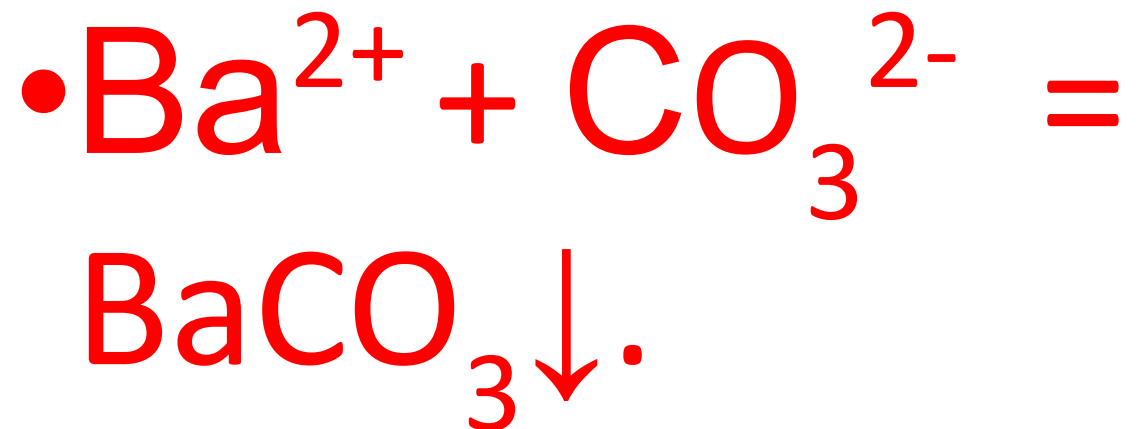
Реакции ионов



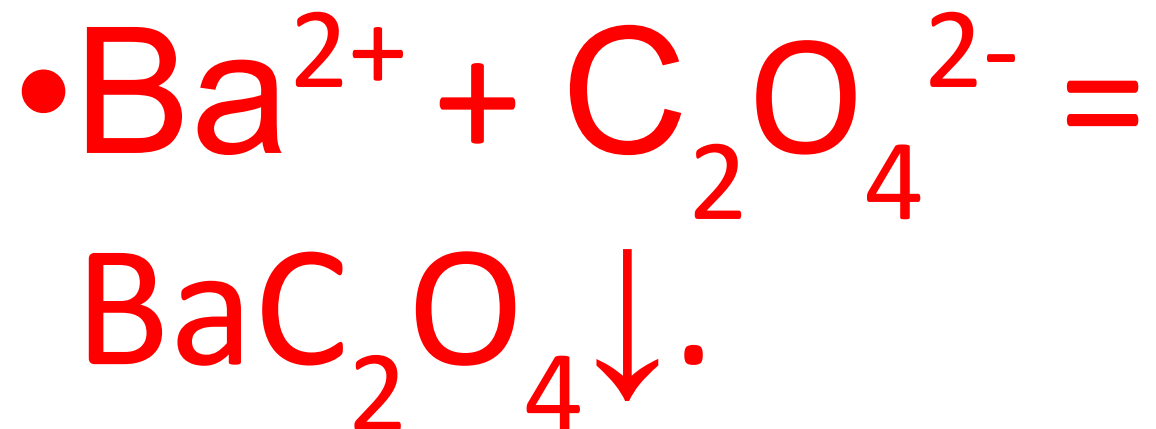
Серная кислота и растворимые сульфаты



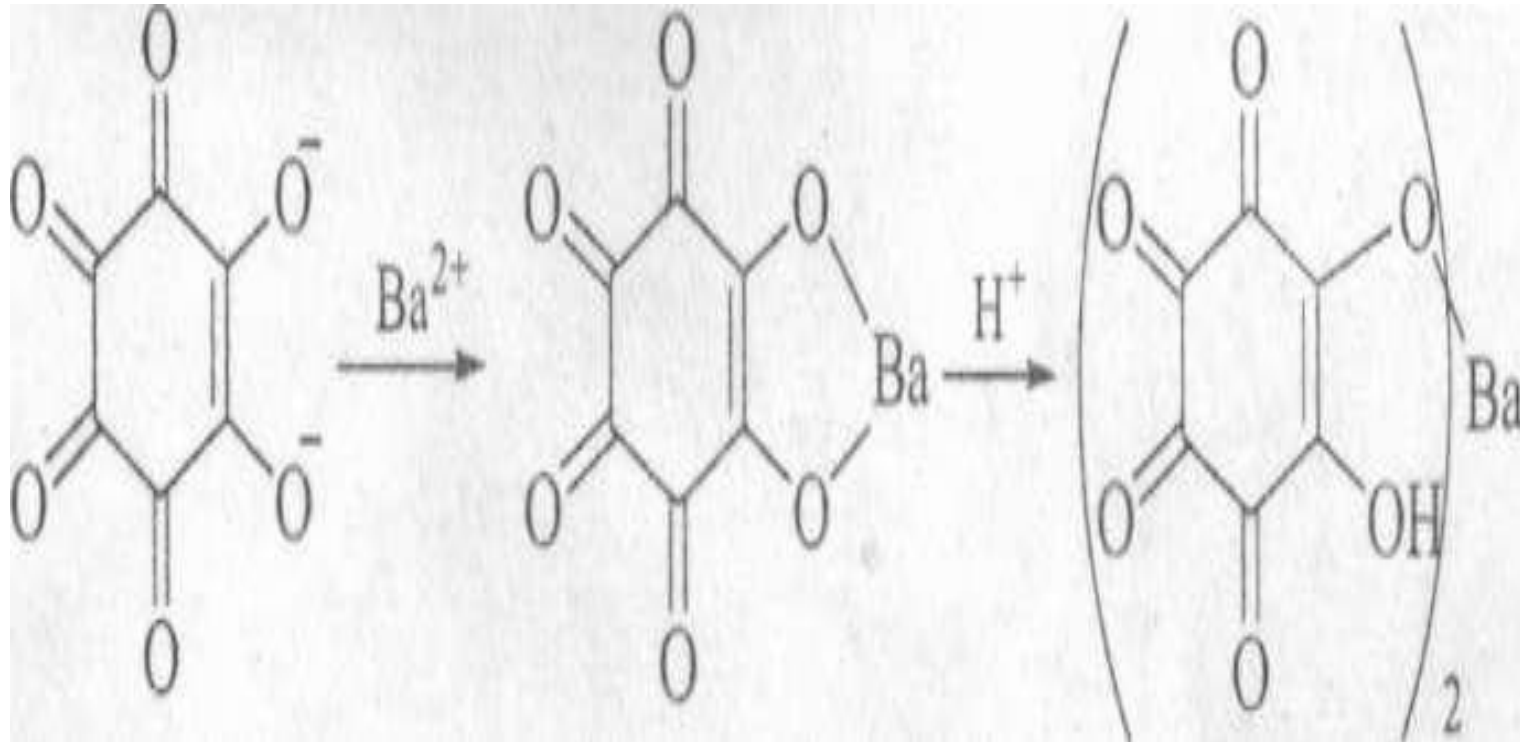
Карбонат аммония



Оксалат аммония



Родизонат бария- соединение красного цвета



***Хромат или дихромат
калия дают осадки ярко-
желтого цвета***

- $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{BaCrO}_4 \downarrow$;
- $2\text{Ba}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{BaCrO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИ Я АНИОНОВ

Анализ анионов

Классификация анионов, основанная на образовании малорастворимых солей бария и серебра

Группа	Анионы	Групповой реагент
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, (BO_2^-) , PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^-	Раствор BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде
II	Cl^- , Br^- , I^- , BrO_3^- , CN^- , SCN^- , S^{2-}	Раствор AgNO_3 в разбавленной (2 моль/л) азотной кислоте
III	NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^- и др.	Отсутствует

Классификация анионов, основанная на их окислительно-восстановительных свойствах

Группа	Анионы	Групповой реагент
I Анионы-Окислители	BrO_3^- , AsO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^-	Раствор KI в сернокислой среде
II Анионы-Восстановители	S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} , NO_2^- , ${}^3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, ${}^4\text{Cl}^-$, Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	Раствор I_2 в KI Раствор KMnO_4 в сернокислой среде
III Индиферентные анионы	SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CH_3COO^- , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ (BO_2^-)	Отсутствует

Главная цель групповых реакций

- Скрининг (отсеивание) анионов, которые не присутствуют в смеси.

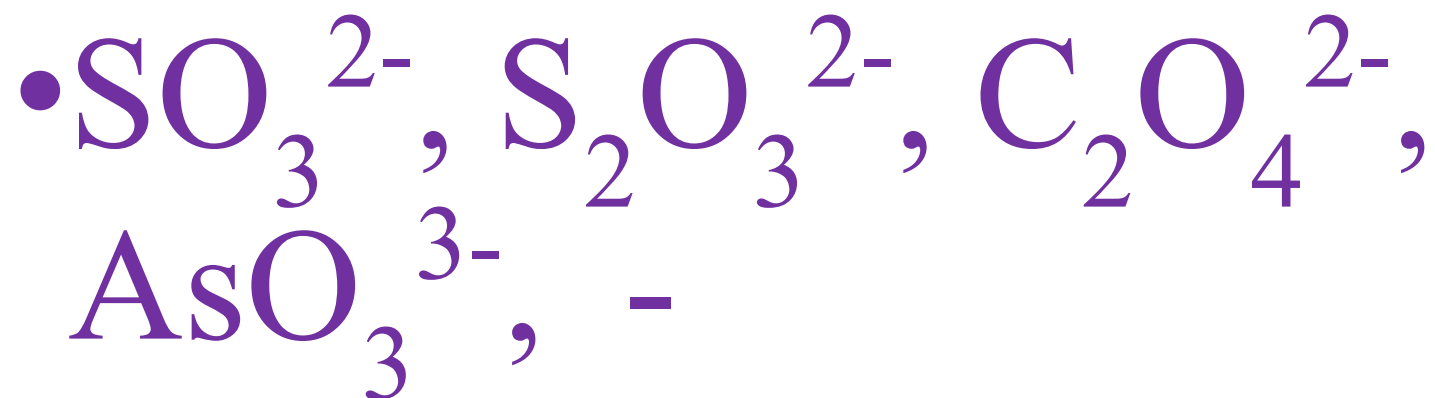
**Классификация
анионов, основанная
на образовании
малорастворимых
солей бария и
серебра**

Группа	Анионы	Групповой реагент
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, (BO_2^-) , PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^-	Раствор BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде
II	Cl^- , Br^- , I^- , BrO_3^- , CN^- , SCN^- , S^{2-}	Раствор AgNO_3 в разбавленной (2 моль/л) азотной кислоте
III	NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^- и др.	Отсутствует

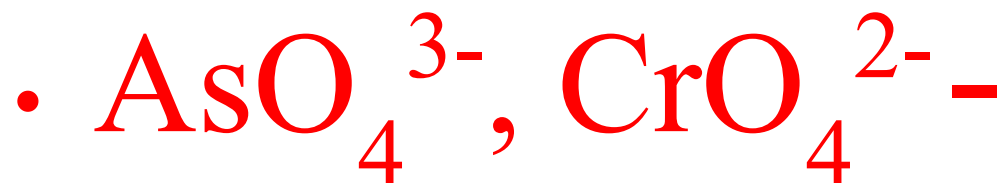
Окраска бариевых солей

- Соли бесцветны, за исключением хроматов

ОВР - свойства



ВОССТАНОВИТЕЛИ



ОКИСЛИТЕЛИ

Растворимость в воде и минеральных кислотах

- BaSO_4 – плохо растворим в воде и минеральных кислотах,
- BaCrO_4 BaC_2O_4 BaSO_3 BaF_2 – хорошо растворимы в минеральных кислотах, плохо в воде и уксусной кислоте

Реакции анионов I аналитической группы

1. СУЛЬФИТ-ИОНЫ

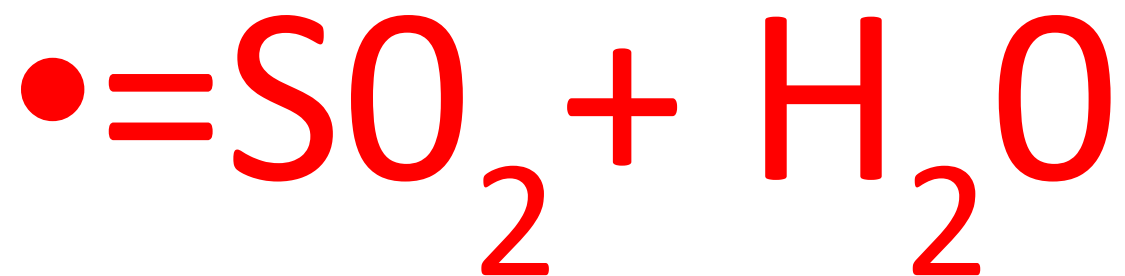
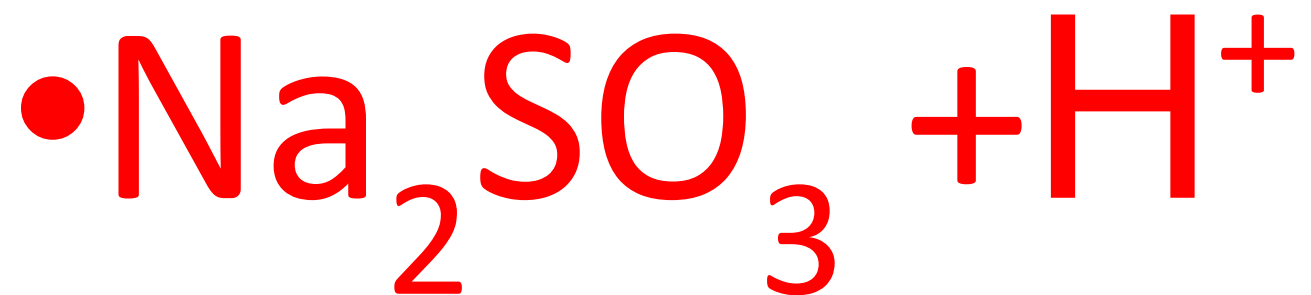
Реакции Сульфит-ионов

- Соли бария
- Соли серебра
- Разбавленные кислоты
- Окислители
- Восстановители
- Фуксин
- Нитропруссид натрия

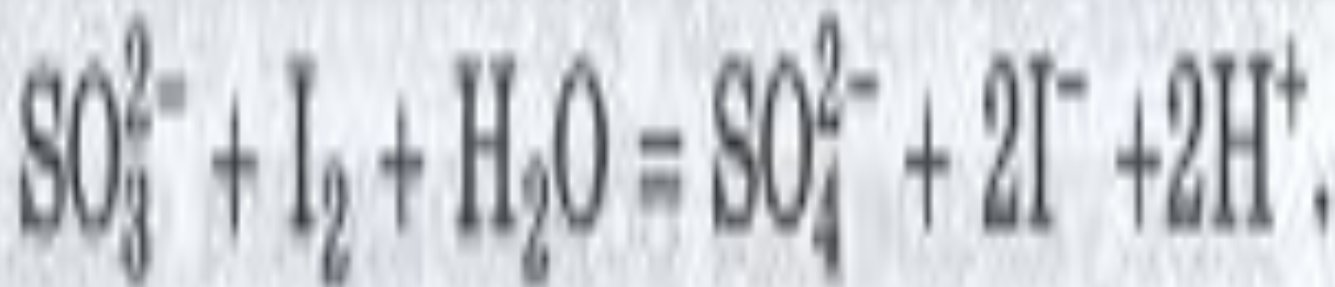
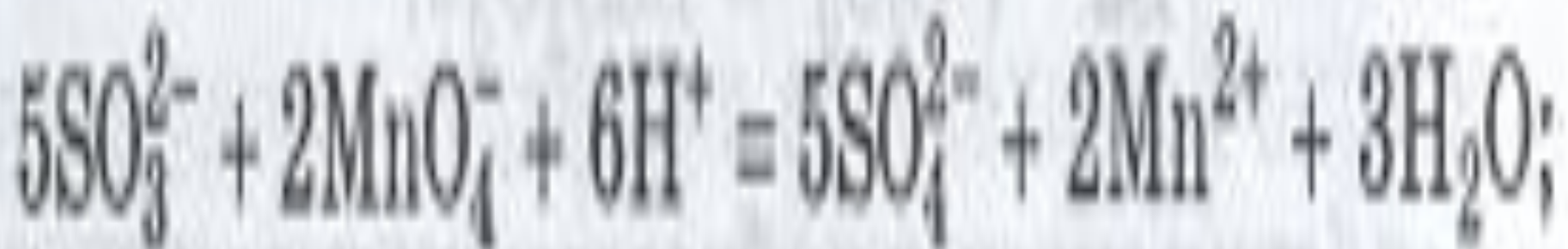
Реакция с нитратом серебра

- Ag_2SO_3 (белый осадок) + Na_2SO_3
- $= 2\text{Na}[\text{Ag}(\text{SO}_3)_2]$

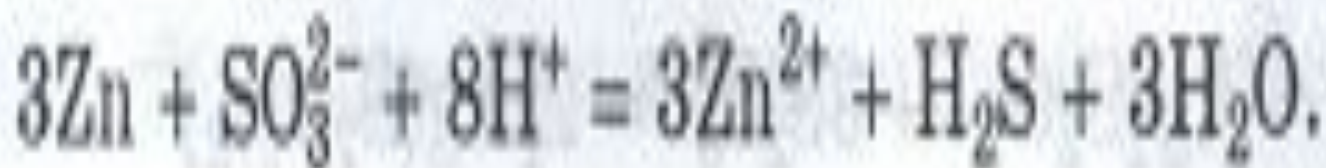
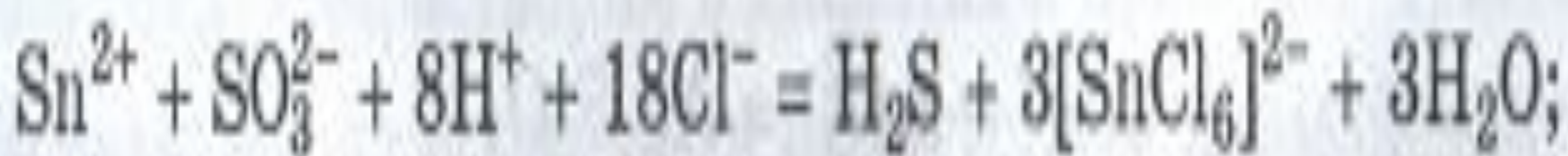
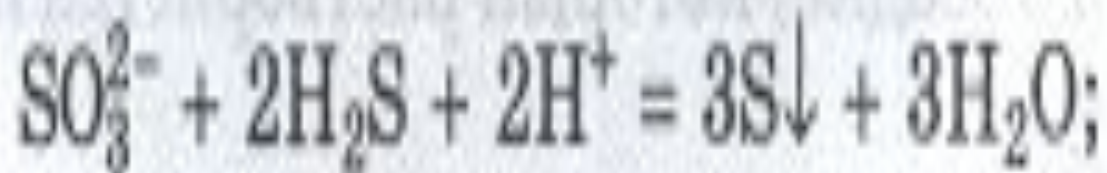
Разбавленные кислоты



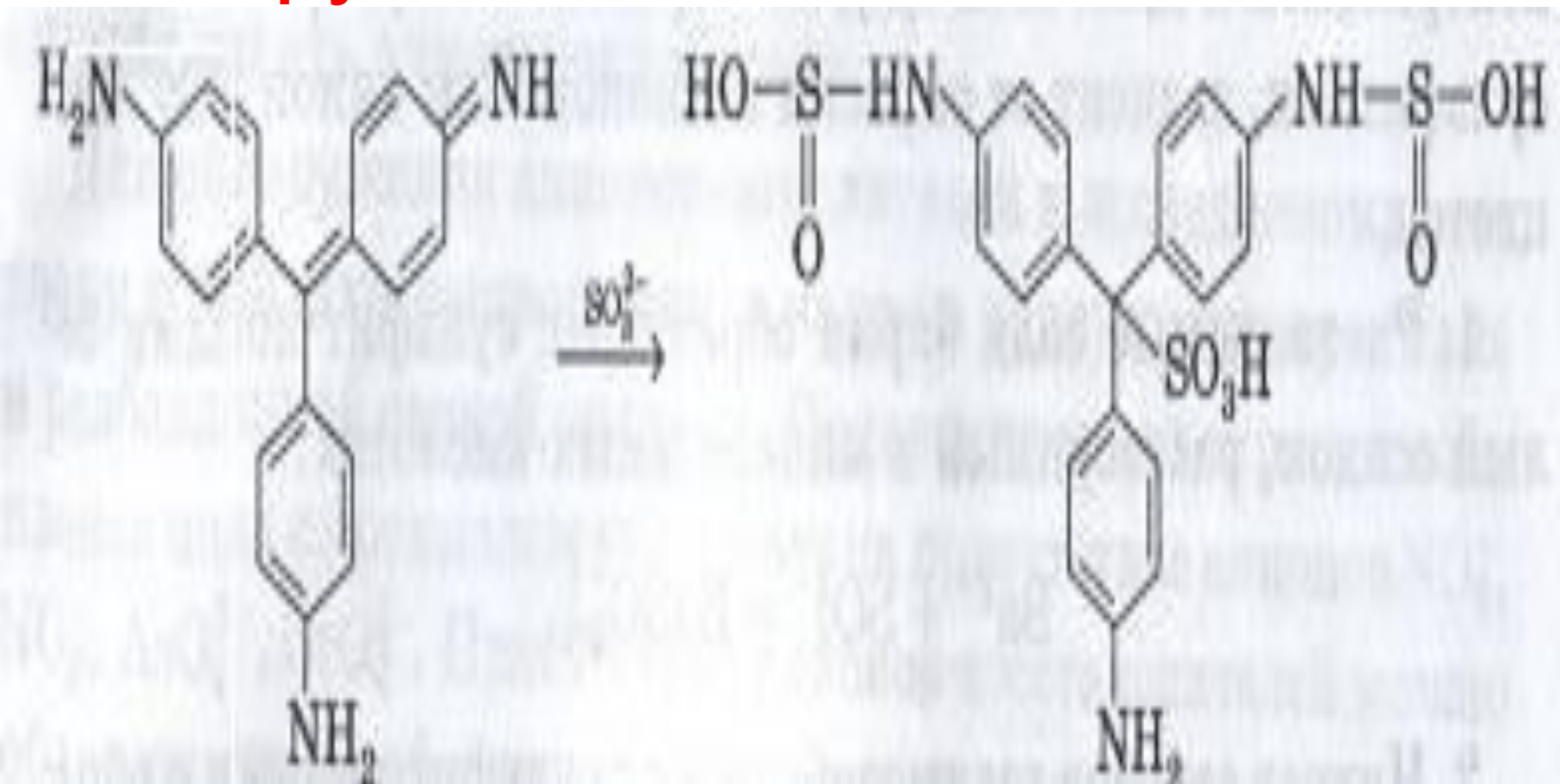
Реакции с окислителями



Реакции с восстановителями



Образование фуксинсернистой кислоты – фуксин обесцвечивается



Нитропруссид натрия -

- $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ – КРАСНОЕ ОКРАШИВАНИЕ, состав продукта неизвестен

Реакции анионов
I аналитической группы

**2.ТИОСУЛЬФАТ-
ИОНЫ**

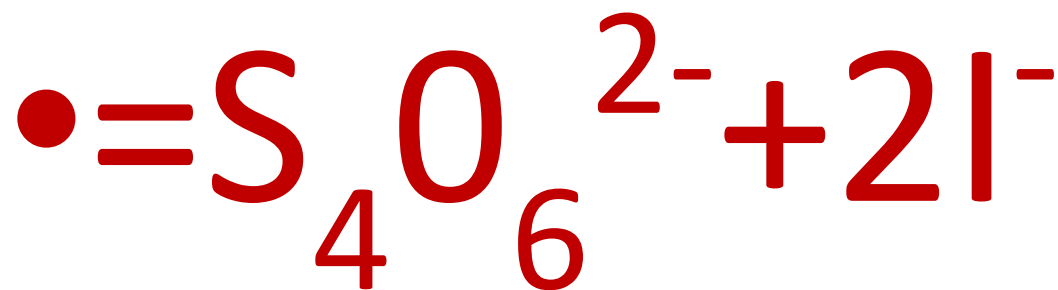
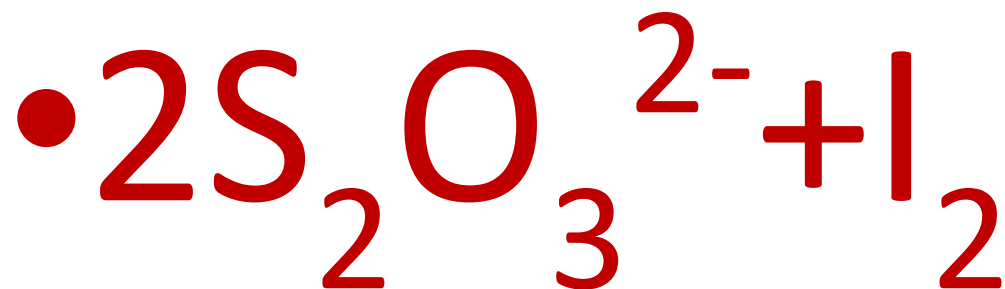
Реакции Тиосульфат--ионов

- Соли бария
- Соли серебра
- Разбавленные кислоты
- Окислители (KMnO_4 в кислой среде)
- Восстановители (иод)
- Нитропруссид натрия

Нитрат серебра

- $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (белый осадок) +
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- $= 2\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$

Основная аналитическая реакция в фармхимии



Реакции анионов I аналитической группы

3.СУЛЬФАТ-ИОНЫ

Реакции сульфат--ионов

- Соли бария
- Соли свинца
- Родизонат бария

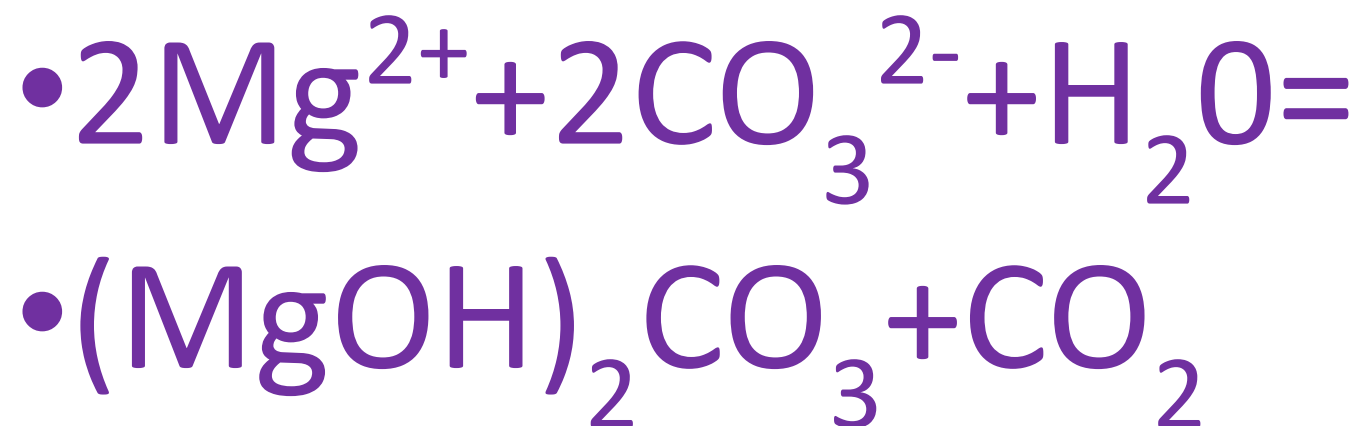
Реакции анионов
I аналитической группы

4. КАРБОНАТ- ИОНЫ

Реакции карбонат--ионов

- Соли бария
- Разбавленные кислоты
- Соли магния

Соли магния



Реакции анионов
I аналитической группы

3. ОКСАЛАТ- ИОНЫ

Реакции оксалат--ионов

- Соли бария
- Соли кальция
- Окислители (KMnO_4 в кислой среде)

Окислители (KMnO_4 в кислой среде)



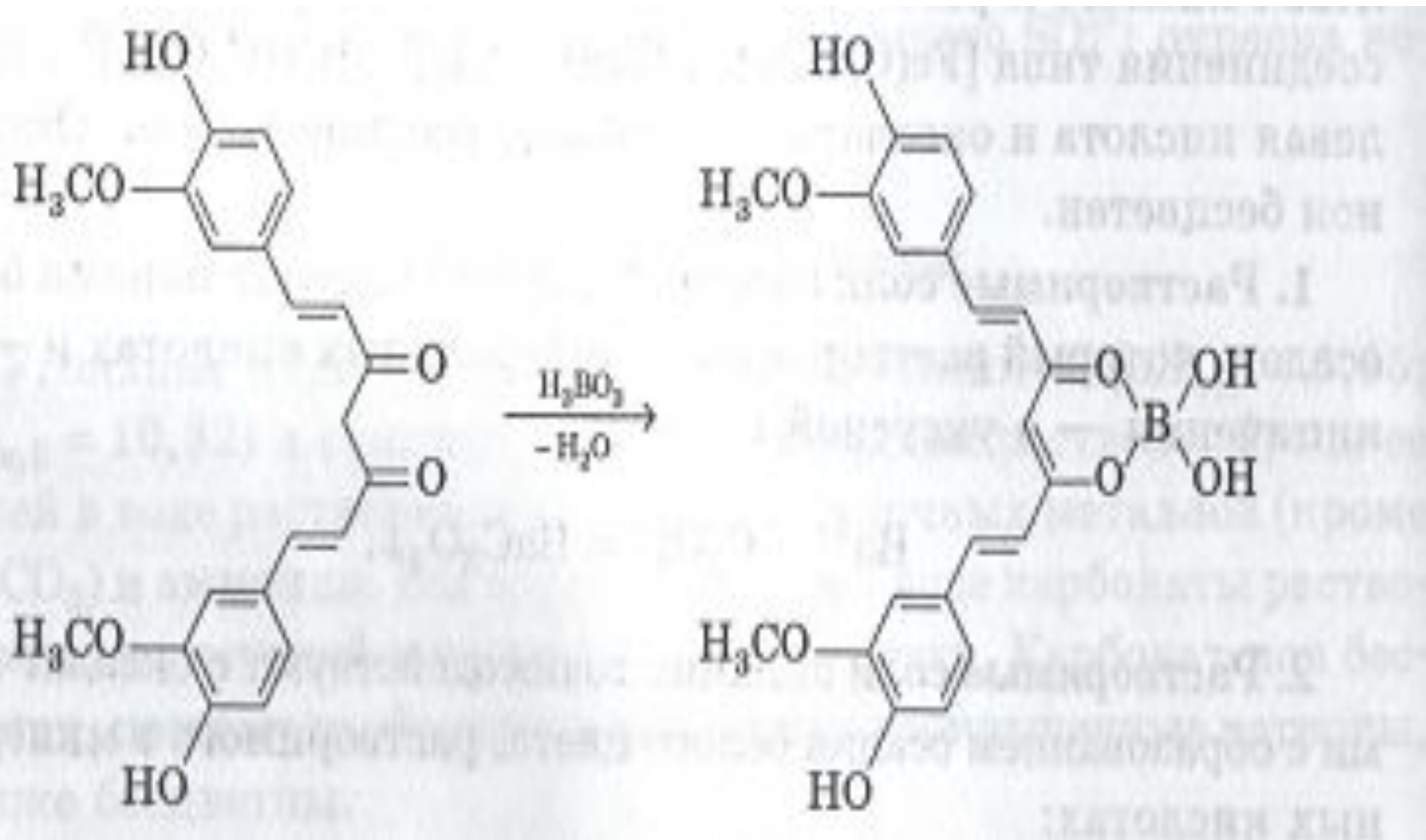
Реакции анионов I аналитической группы

5. БОРАТ-ИОНЫ

Реакции Борат-ионов

- С куркумином
- С хинализарином
- Этиловый эфир борной кислоты

Реакция борат-ионов с
куркумином – красно-бурый цвет,
в присутствии аммиака -синий



Образование и горение этилового эфира борной кислоты





Реакции анионов

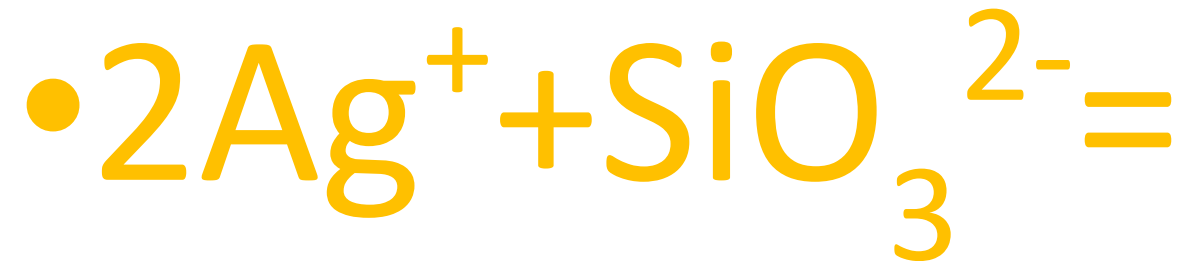
I аналитической группы

6. СИЛИКАТ-ИОНЫ

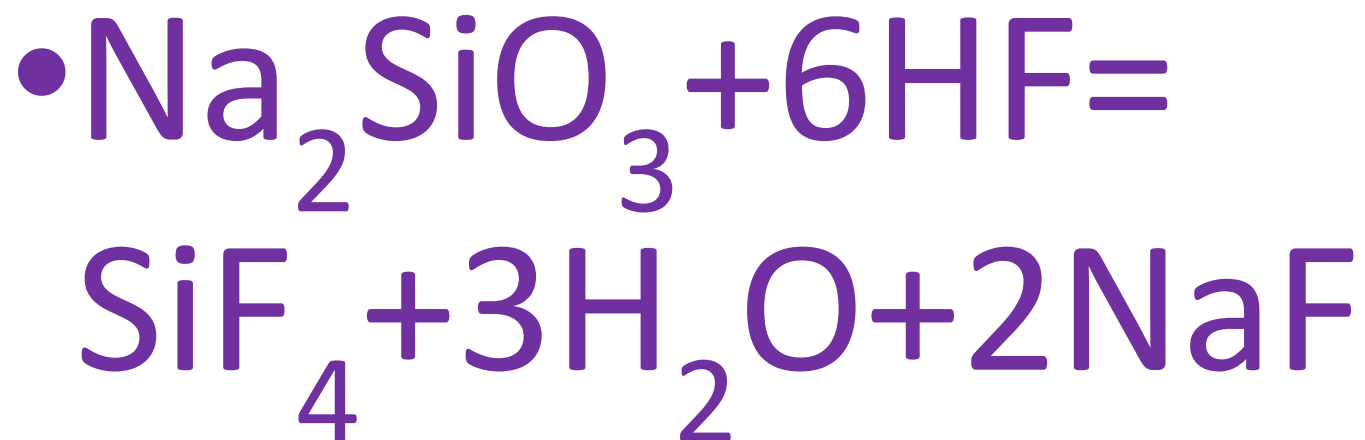
Реакции силикат-ионов

- Соли бария
- Нитрат серебра
- Разбавленные кислоты
- Образование фторида кремния
- Молибдат аммония

Образование желтого силиката серебра



Образование фторида кремния



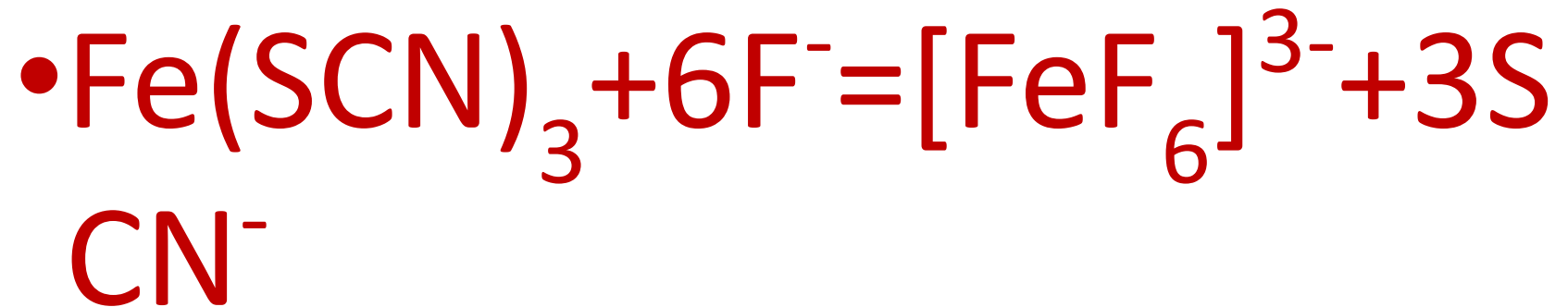
Реакции анионов
I аналитической группы

7. ФТОРИД-ИОНЫ

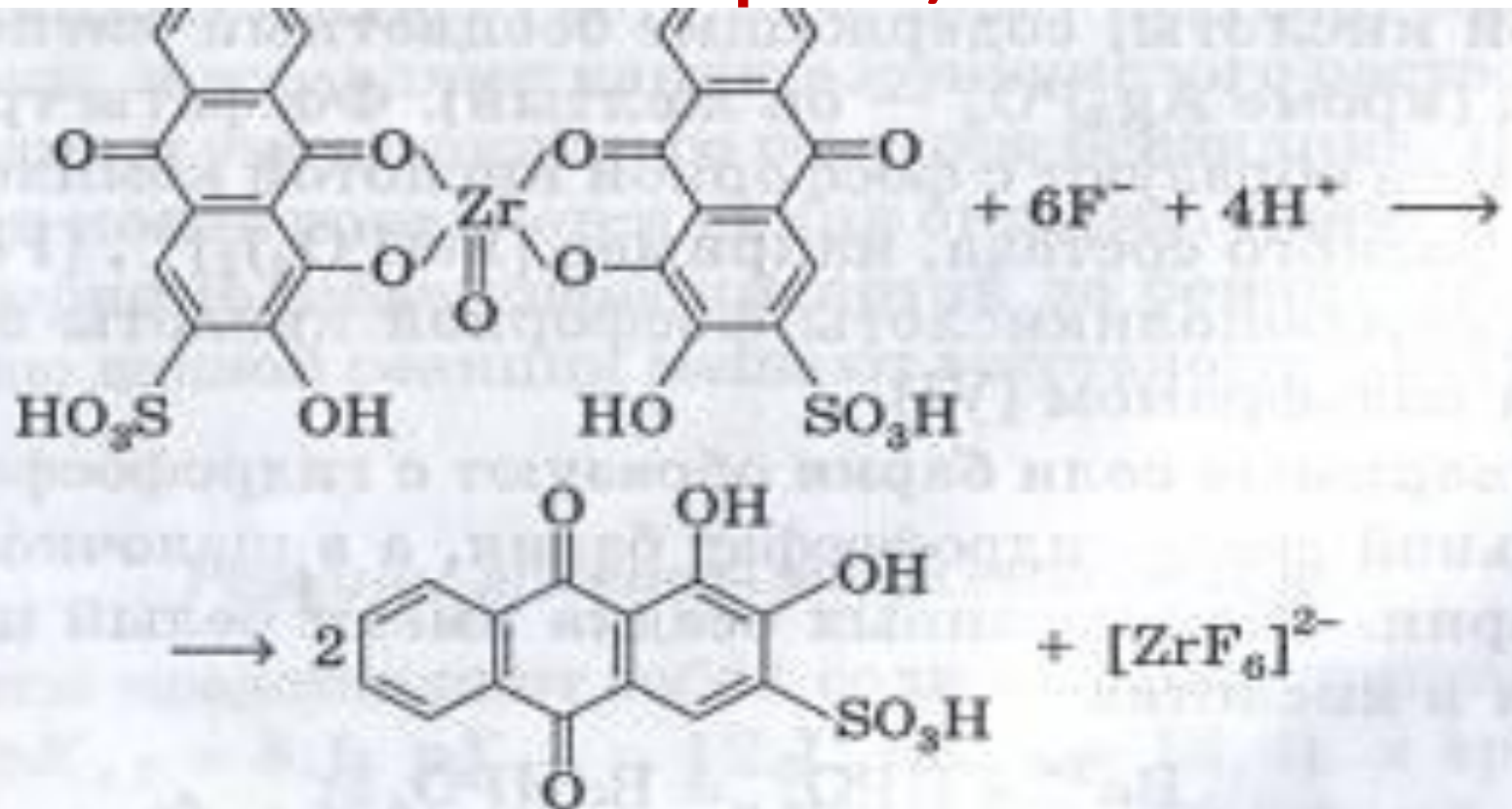
Реакции ФТОРИД-ионов

- Соли бария
- Тиоцианат железа
- Цирконий-ализариновый комплекс
- Образование фторида кремния (травление стекла)

Обесцвечивание «кровавой раны»



Цирконий-ализариновый
комплекс изменяет цвет от
красного до желтого (свободн
ализарин)



Реакции анионов

I аналитической группы

8. ФОСФАТ-ИОНЫ

Реакции фосфат-ионов

- Соли бария
- Нитрат серебра
- Магнезиальная смесь
- Молибдат аммония
- Образование молибденовой сини

Образование гетерополисоединений с молибдатом аммония



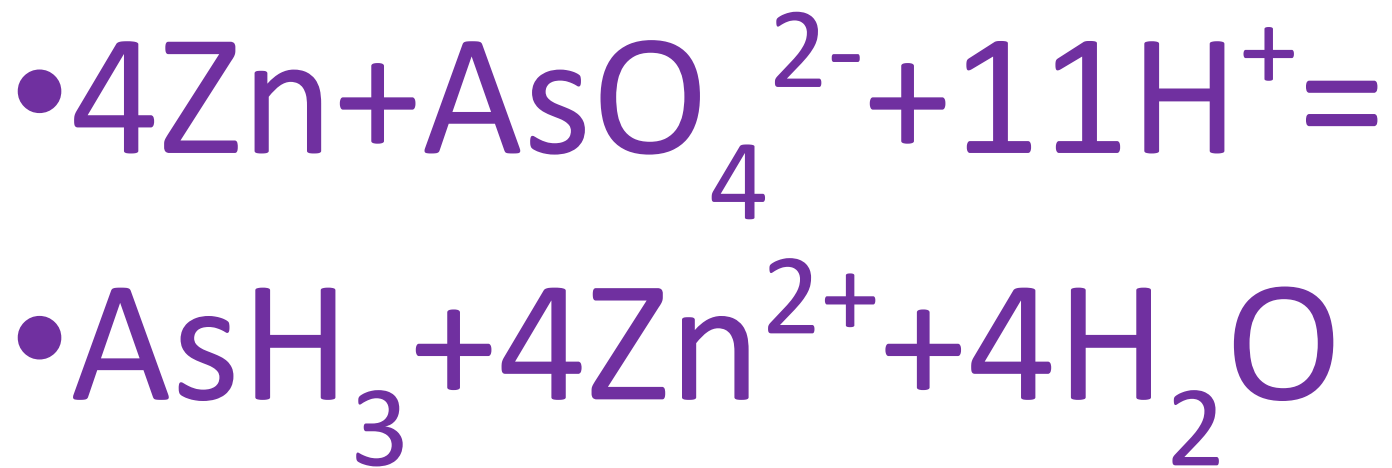
ОБРАЗОВАНИЕ МОЛИБДЕНОВОЙ СИНИ

- Гетерополимолебденовая кислота и ее соли восстанавливаются до продукта синего цвета, неизвестного состава

Реакции анионов
I аналитической группы

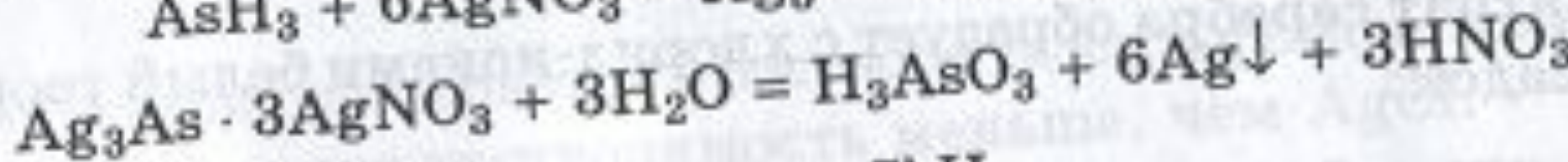
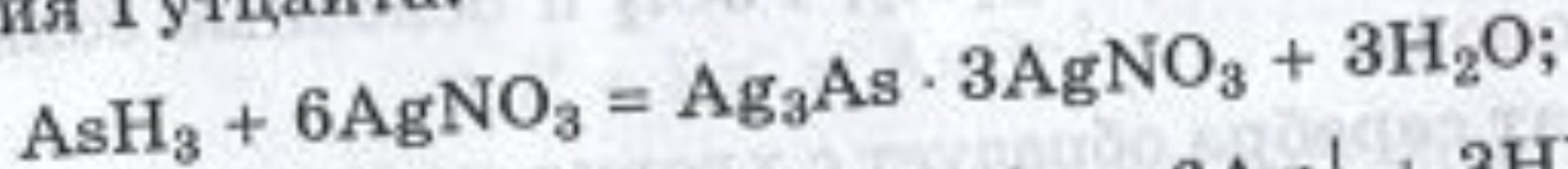
9-10. АРСЕНИТ И АРСЕНАТ-ИОНЫ

Образование арсина



Реакция Гутцайта

реакция Гутцайта:



Реакции

- Арсенит и арсенат-ионов
- Соли бария
- Нитрат серебра
- Сероводород
- Молибдат аммония
- Иод/иодид калия
- Восстановление до арсина

Группа	Анионы	Групповой реагент
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, (BO_2^-) , PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^-	Раствор BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде
II	Cl^- , Br^- , I^- , BrO_3^- , CN^- , SCN^- , S^{2-}	Раствор AgNO_3 в разбавленной (2 моль/л) азотной кислоте
III	NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^- и др.	Отсутствует

Классификация анионов, основанная на их окислительно- восстановительных свойствах

Группа	Анионы	Групповой реагент
I Анионы- Окислители	BrO_3^- , AsO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^-	Раствор KI в сернокислой среде
II Анионы- Восстановите ли	S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-}	Раствор I_2 в KI
	S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} , NO_2^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	Раствор KMnO_4 в сернокислой среде
III Индиifferentные анионы	SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CH_3COO^- , B_4O_7^- (BO_2^-)	Отсутствует

Классификация анионов, основанная на их окислительно- восстановительных свойствах

Группа	Анионы	Групповой реагент
I Анионы- Окислители	BrO_3^- , AsO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^-	Раствор KI в сернокислой среде
II Анионы- Восстановите ли	S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-}	Раствор I_2 в KI
	S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} , NO_2^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	Раствор KMnO_4 в сернокислой среде
III Индифферентные анионы	SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CH_3COO^- , B_4O_7^- (BO_2^-)	Отсутствует



Спасибо за внимание!