

Тема лекции

**Общие вопросы
аналитической химии.**

**Химические методы
обнаружения
неорганических
веществ.**

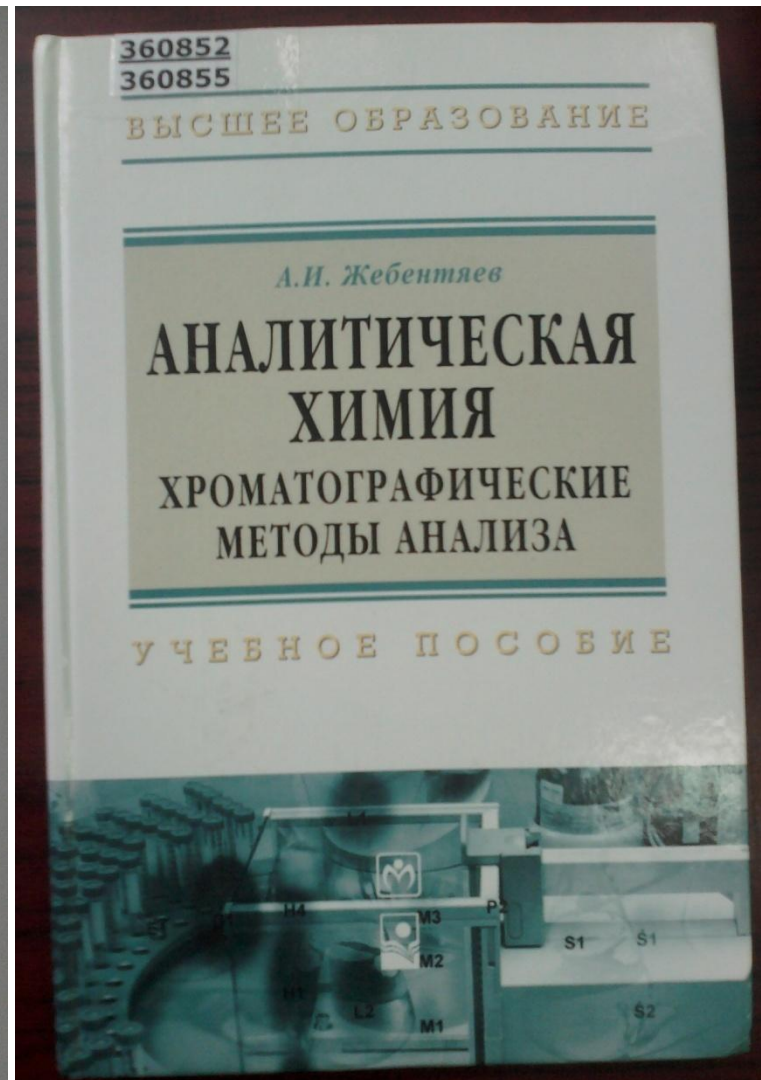
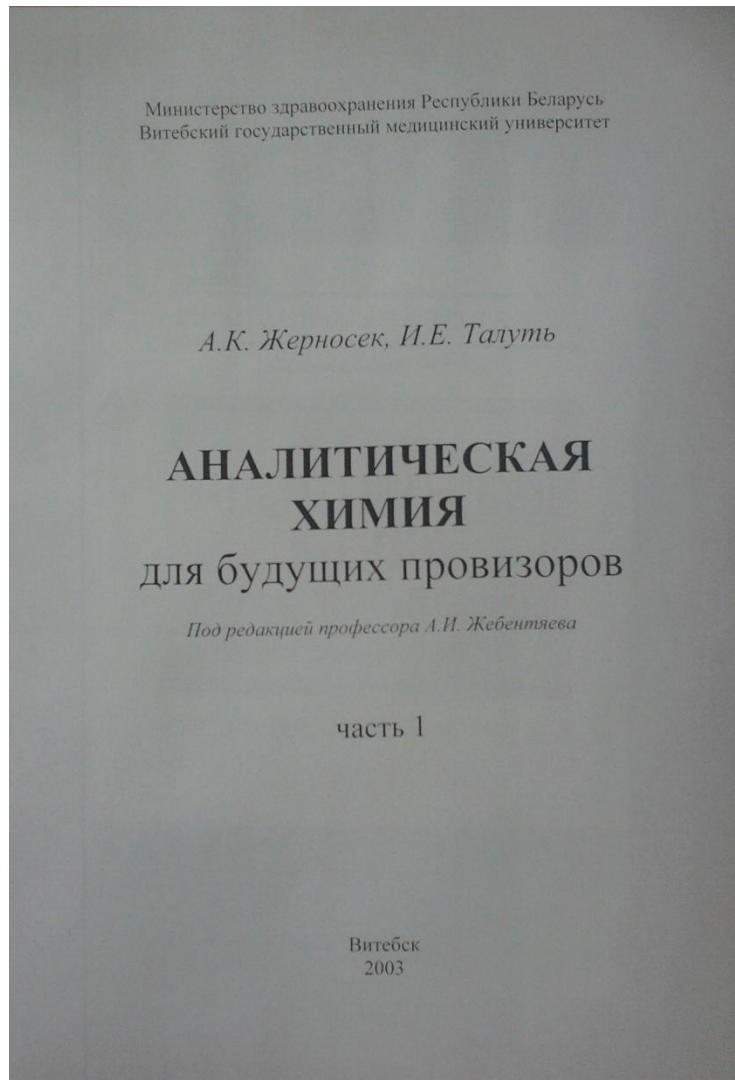
План лекции:

- 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

плотностной 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** о 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	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

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

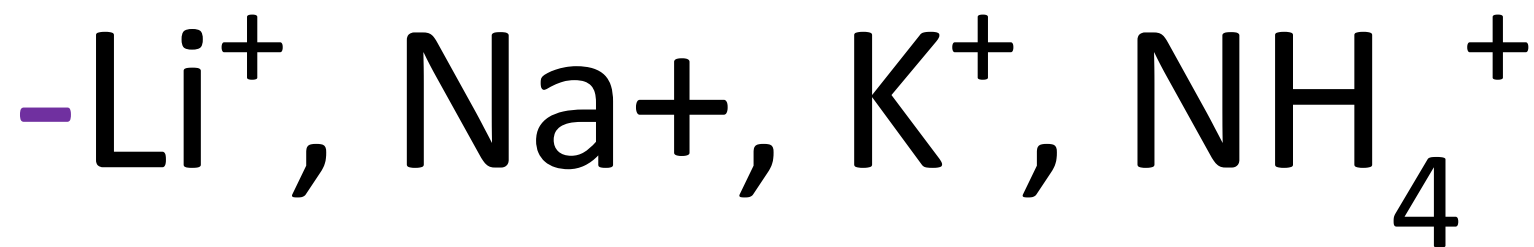
- Все катионы подразделяются на 6 аналитических групп. Используется различие в растворимости соединений по отношению к раствором кислот и щелочей с учетом комплексообразования в растворах.

Аммиачно-фосфатная аналитическая классификация катионов

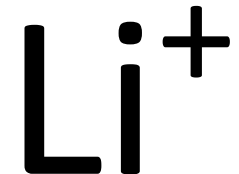
- В основу положена различная растворимость фосфатов в воде, водных растворах кислот, щелочей и аммиака. Все катионы делятся на 5 аналитических групп.

**Кислотно-
основная
классификация
катионов**

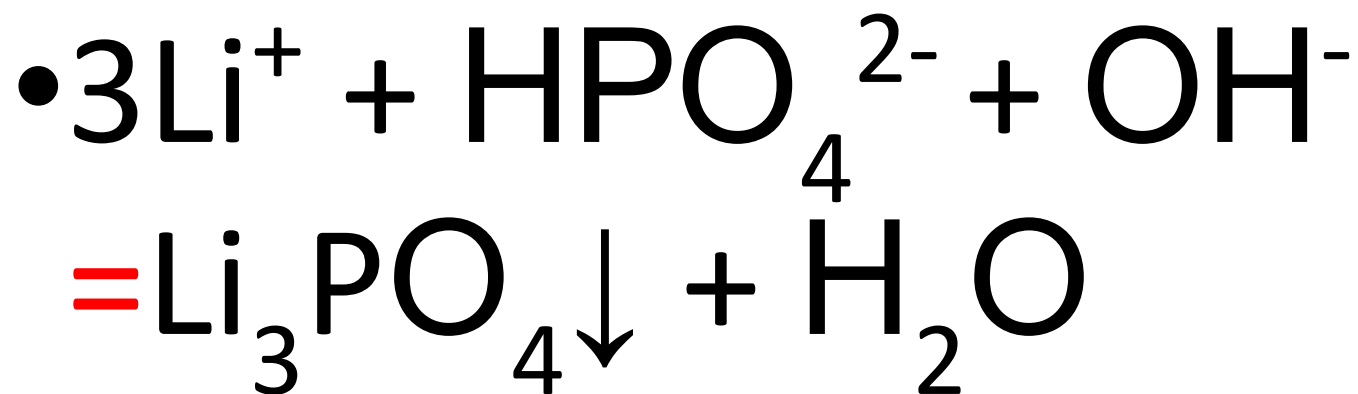
Первая
аналитическая
группа катионов



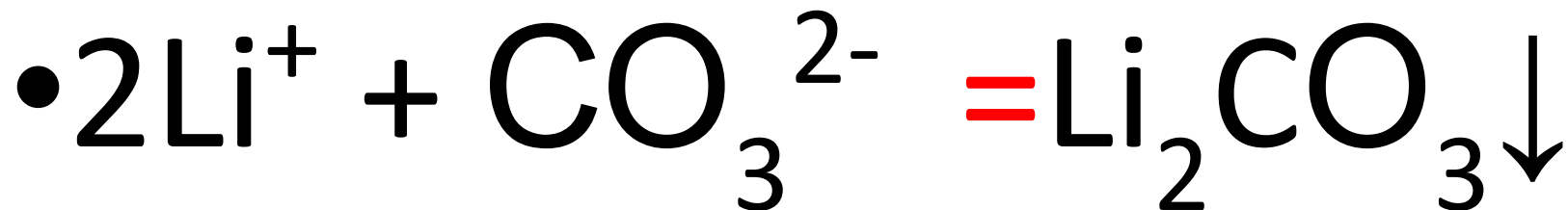
Реакции ионов



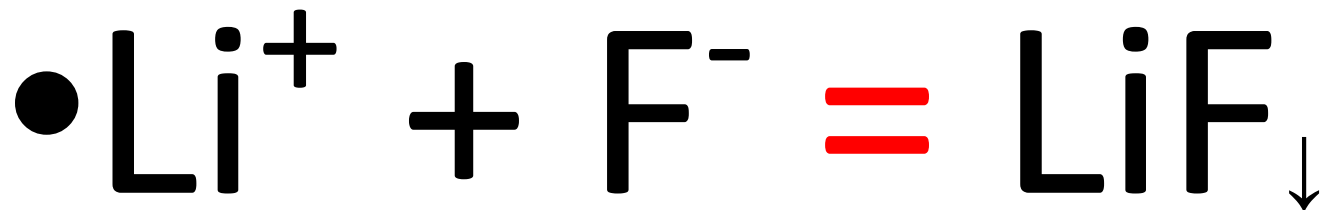
*Реакция с двузамещенным
гидроортофосфатом натрия*



*Реакция с растворимыми
карбонатами*



*Реакция с растворимыми
фторидами*

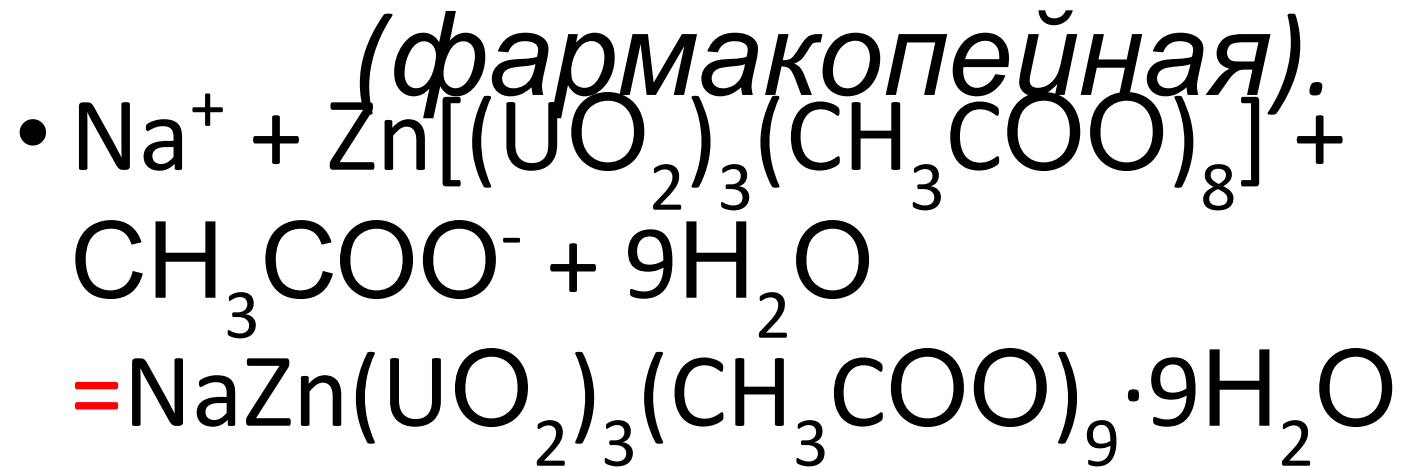


Реакции ионов

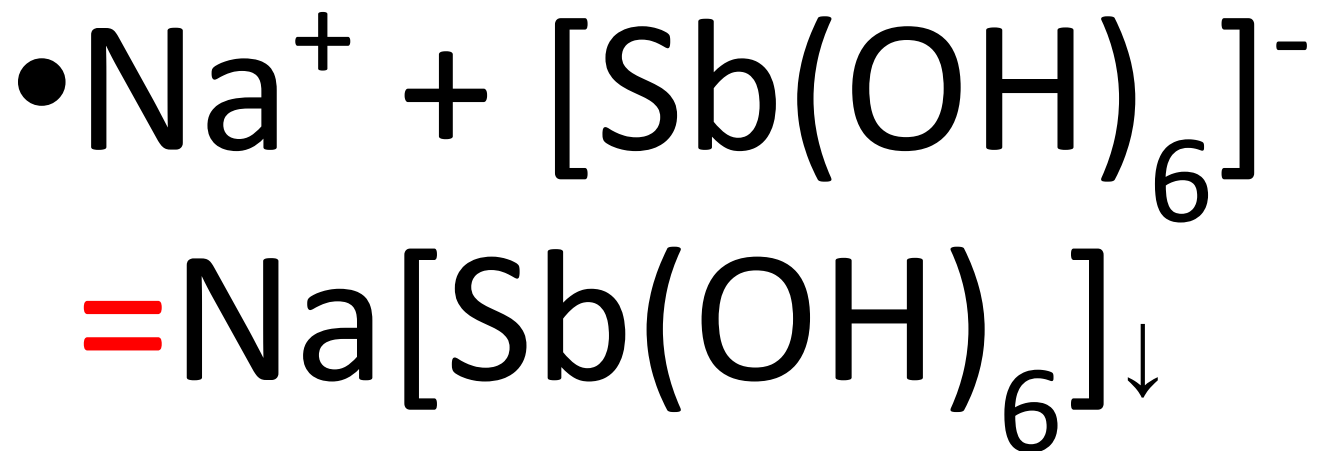


*Микрокристаллоскопическая
реакция с
цинкуранилацетатом*

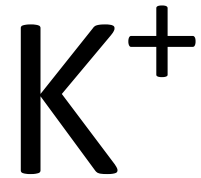
(фармакопейная).



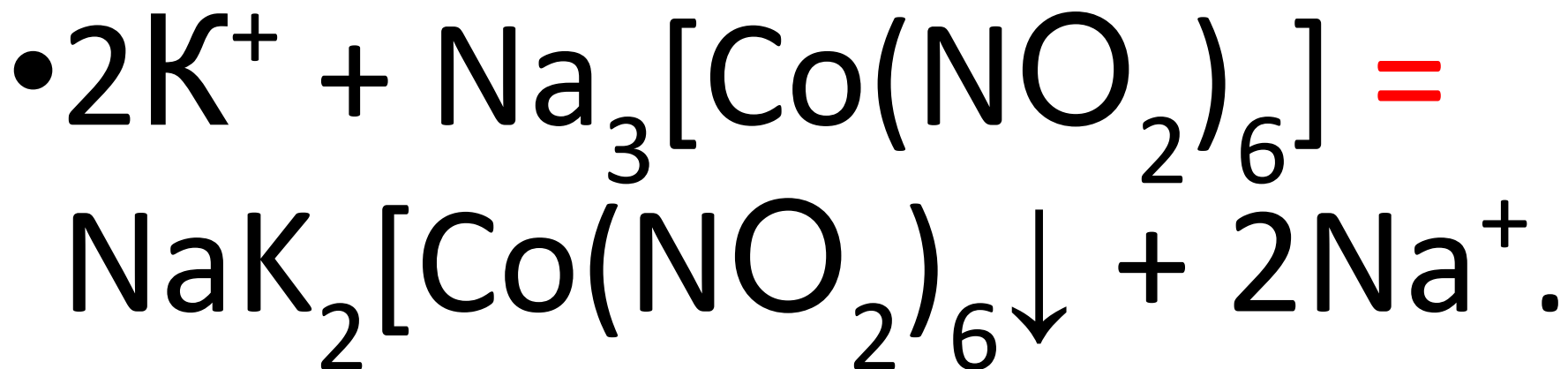
*.Реакция с
гексагидроксоантибатом (V)
калия*



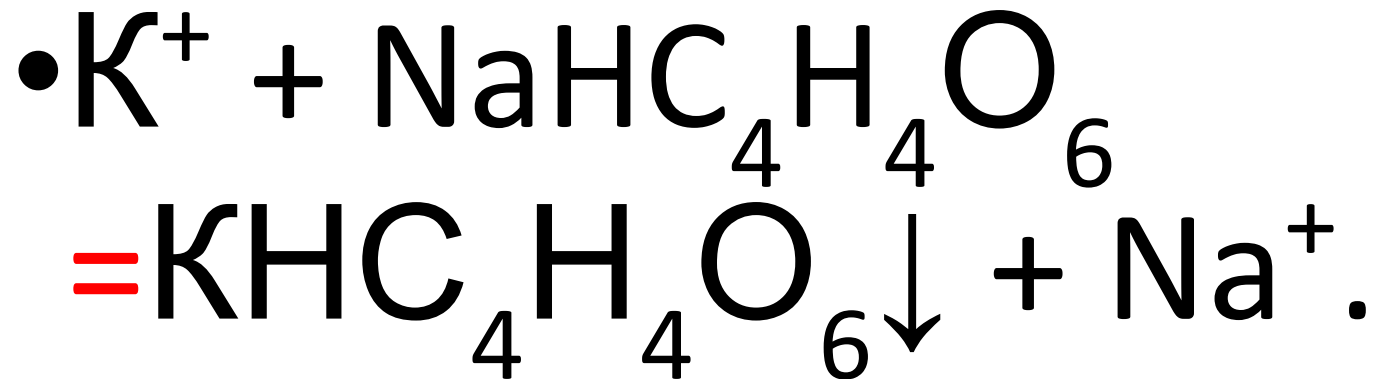
Реакции ионов



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



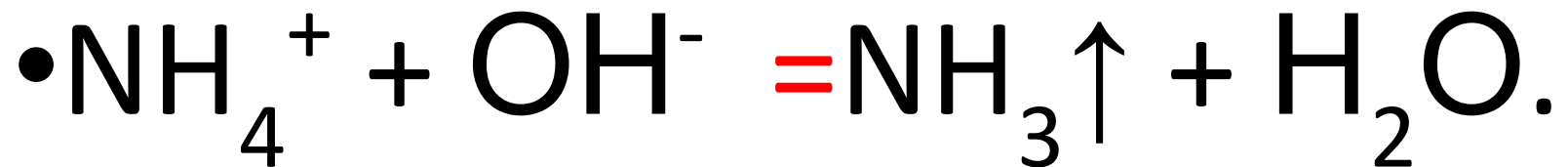
*Реакция с гидротартратом
натрия (фармакопейная)*



Реакции ионов

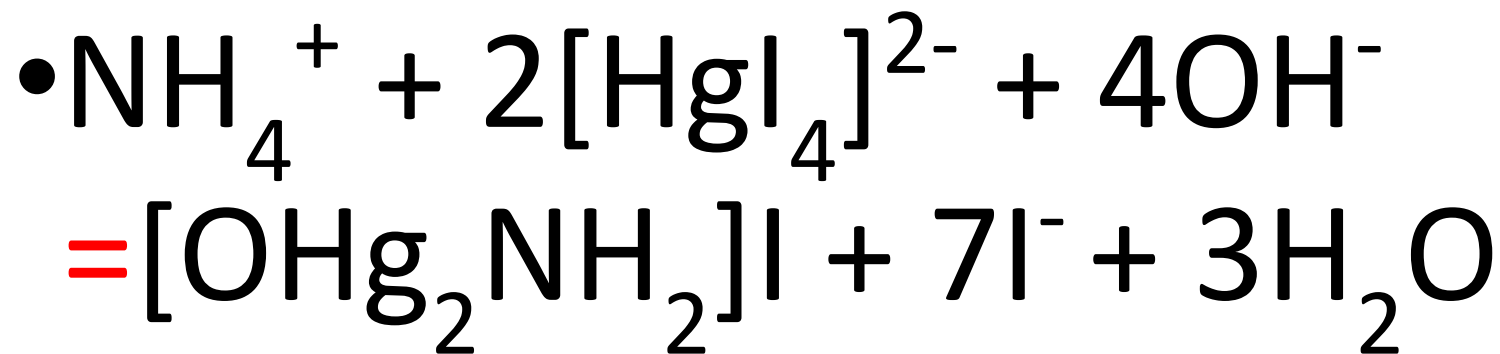


Реакция разложения солей аммония щелочами (фармакопейная)

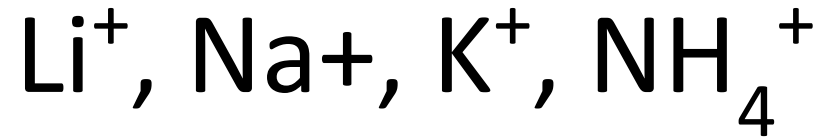


Реакция с реактивом

Несслера — смесью раствора тетраiodомеркура(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

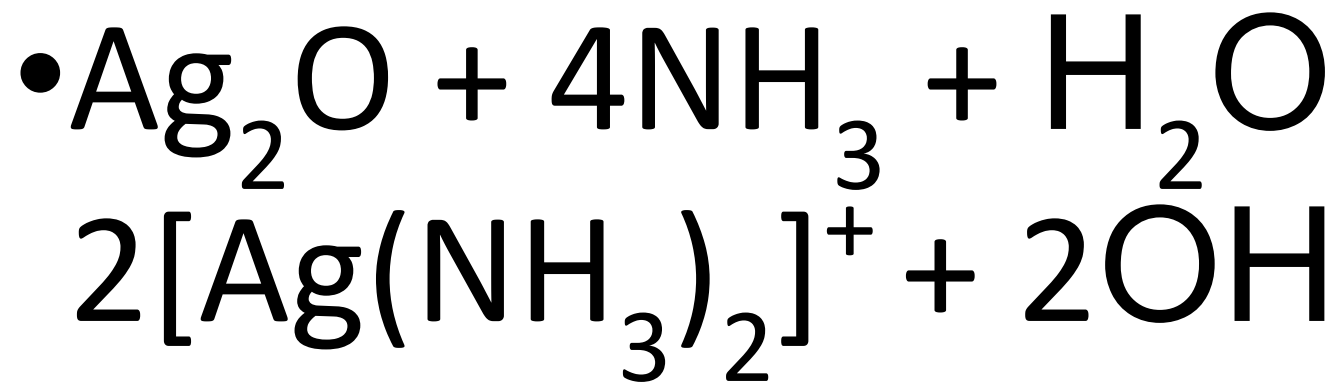
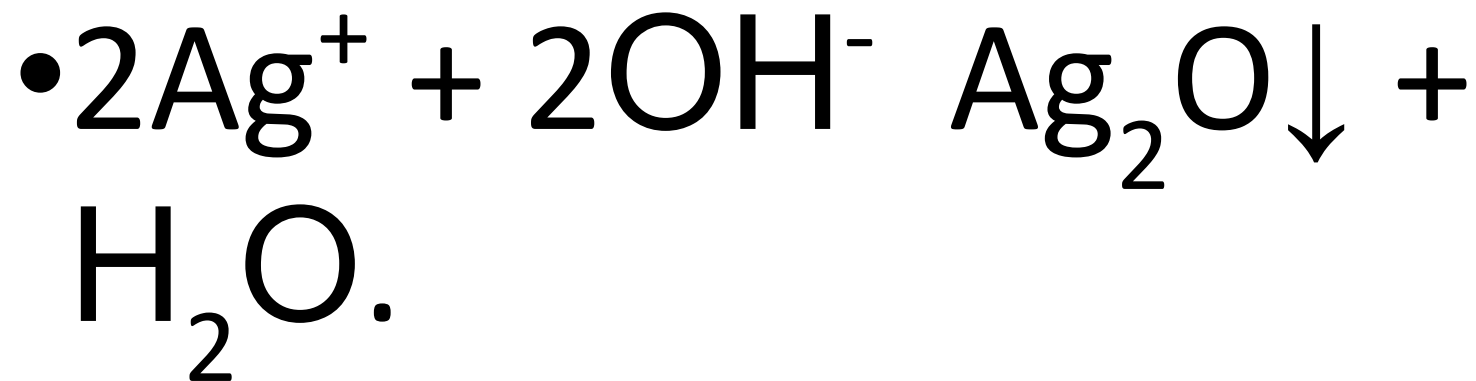
Вторая
аналитическая
группа катионов

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

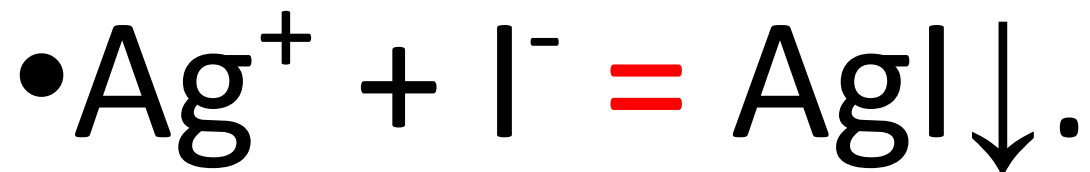
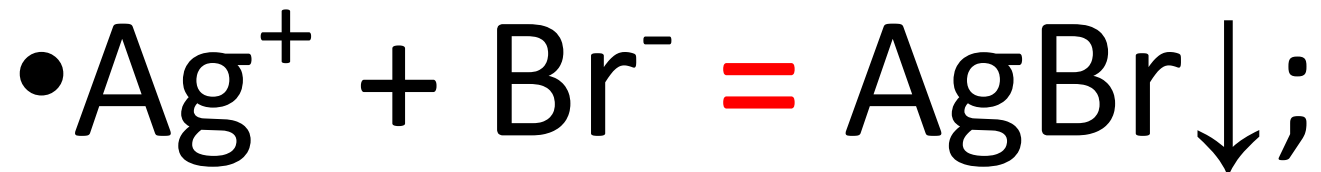
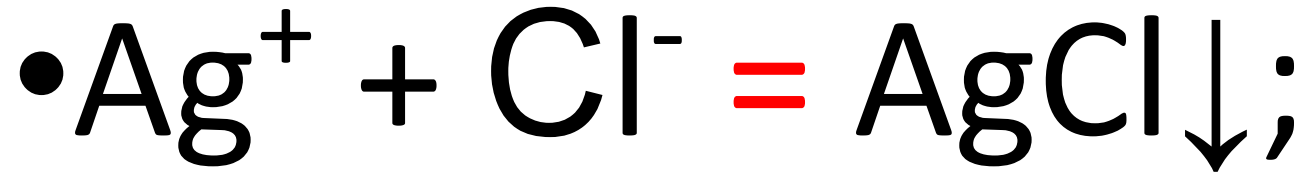
Реакции ионов



Реакция со щелочами



Растворимые галогениды

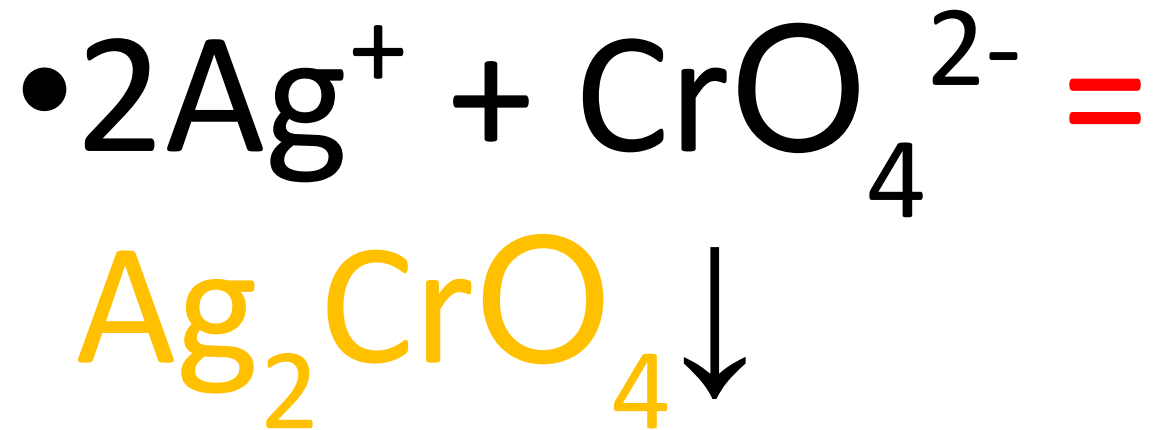


Различие галогенидов серебра

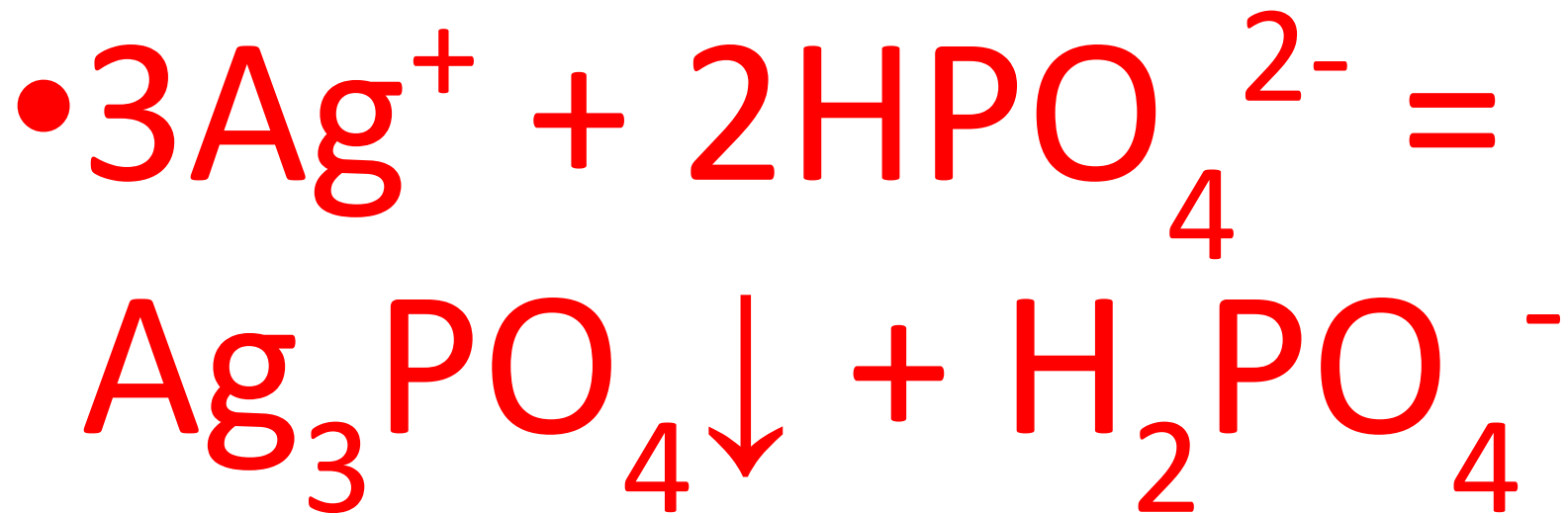
- Осадок хлорида серебра растворим в растворе аммиака. Иодид серебра не растворяется в растворе аммиака, а бромид серебра растворяется незначительно

Хромат калия - осадок

кирпично-красного цвета:



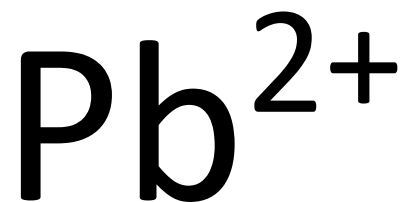
ГидроОртофосфат натрия



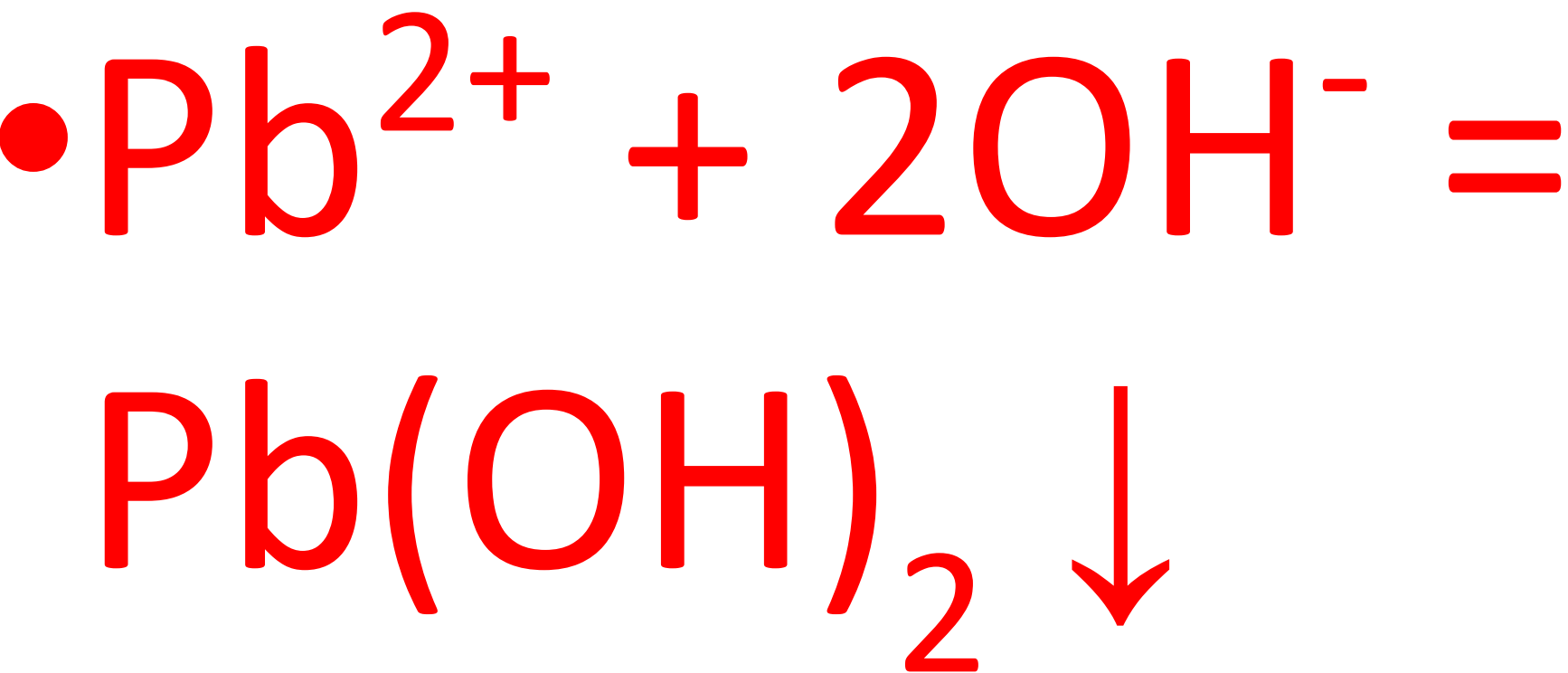
Реакция восстановления Ag^+ до металлического серебра



Реакции ионов



Действие щелочей и аммиака

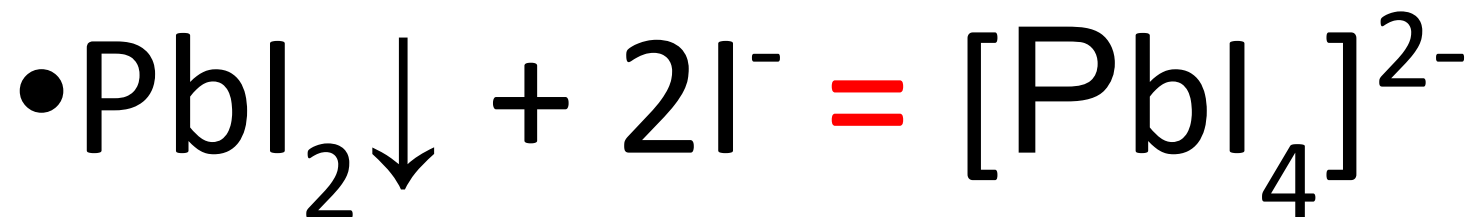


Растворимые галогениды

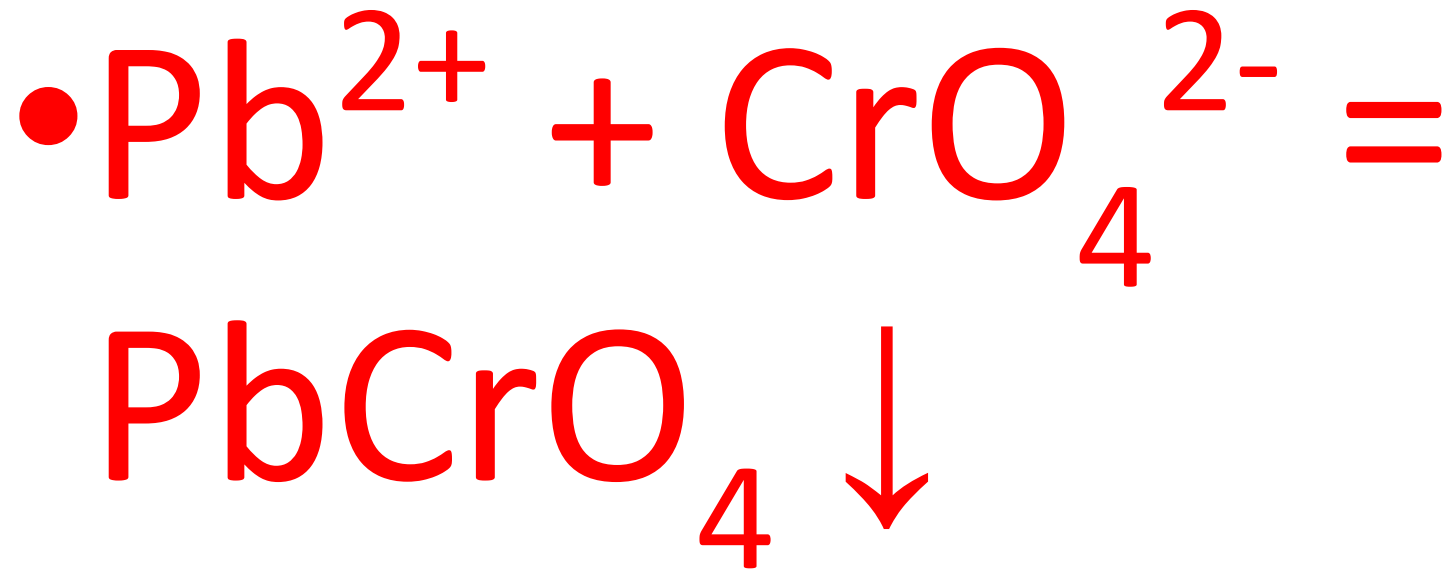




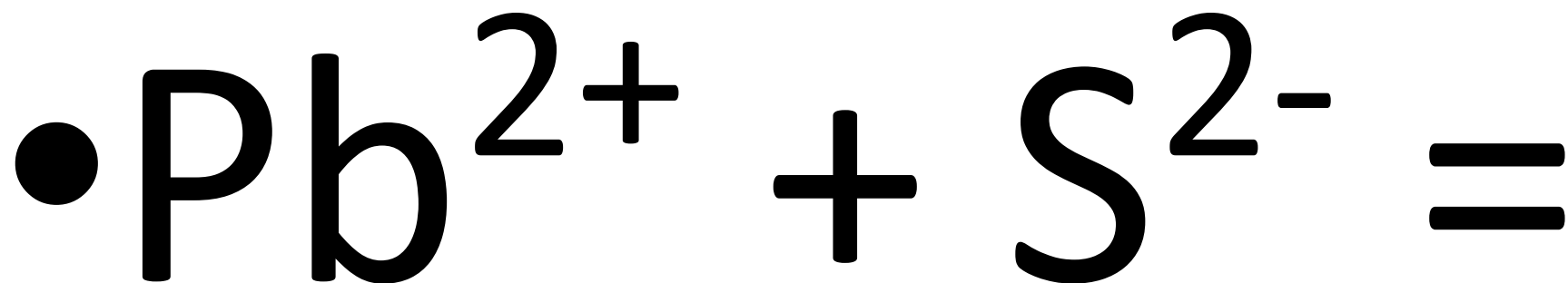
Осадки галогенидов свинца (II)
растворимы в горячей воде и в
присутствии избытка
галогенид-ионов



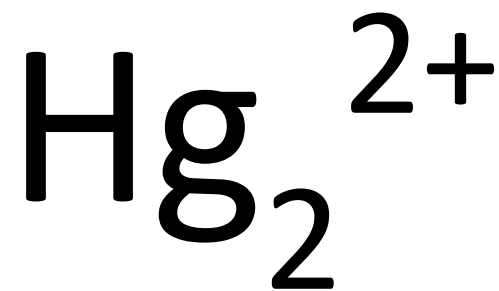
Хромат калия образует
желтый осадок



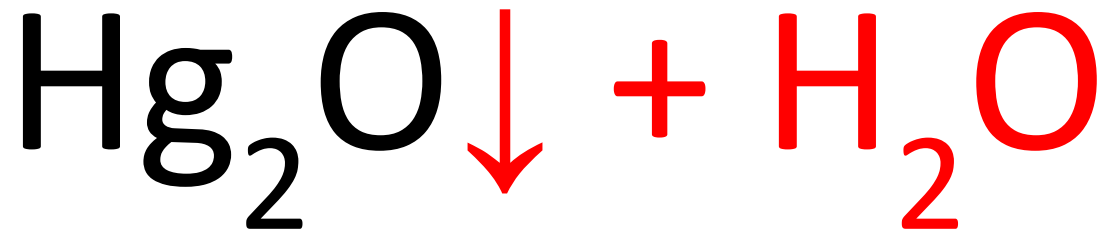
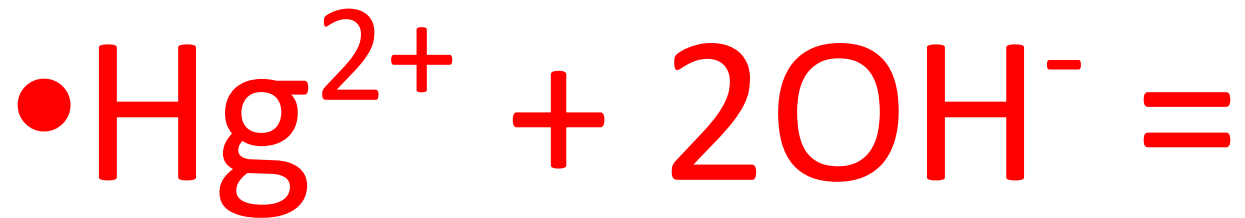
Реакция с сульфид-ионами



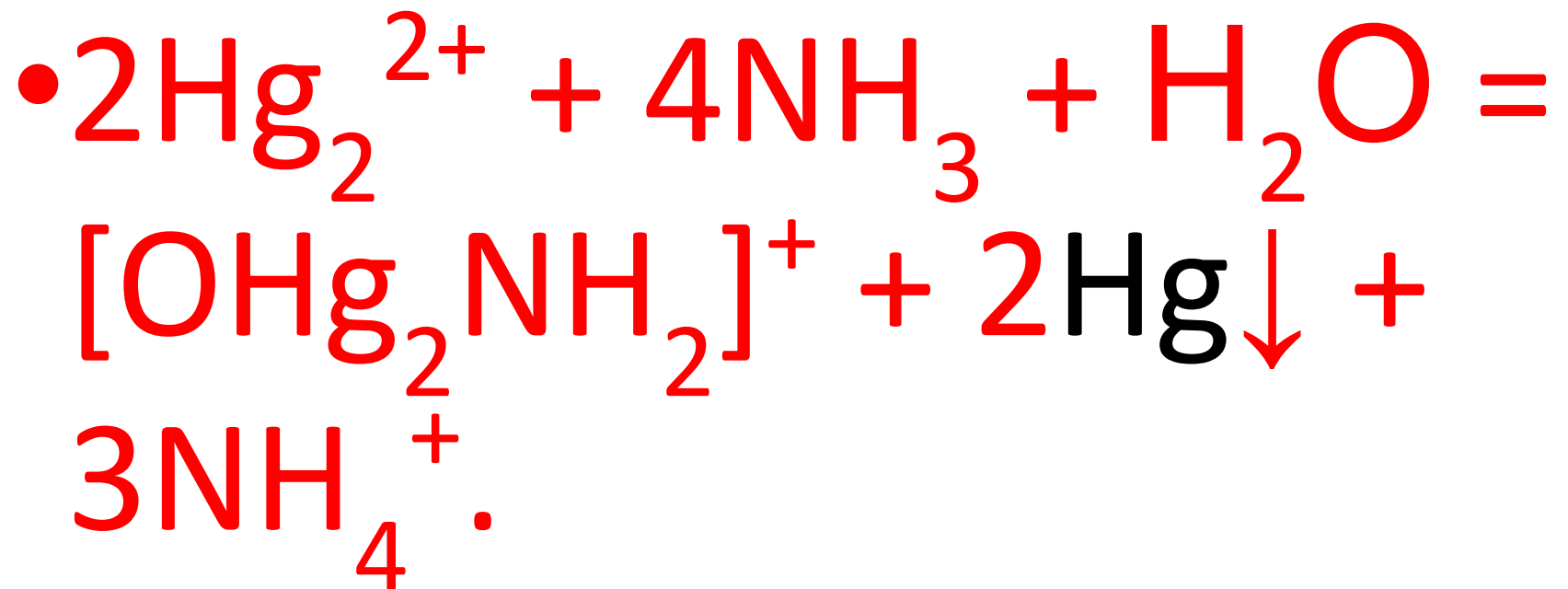
Реакции ионов



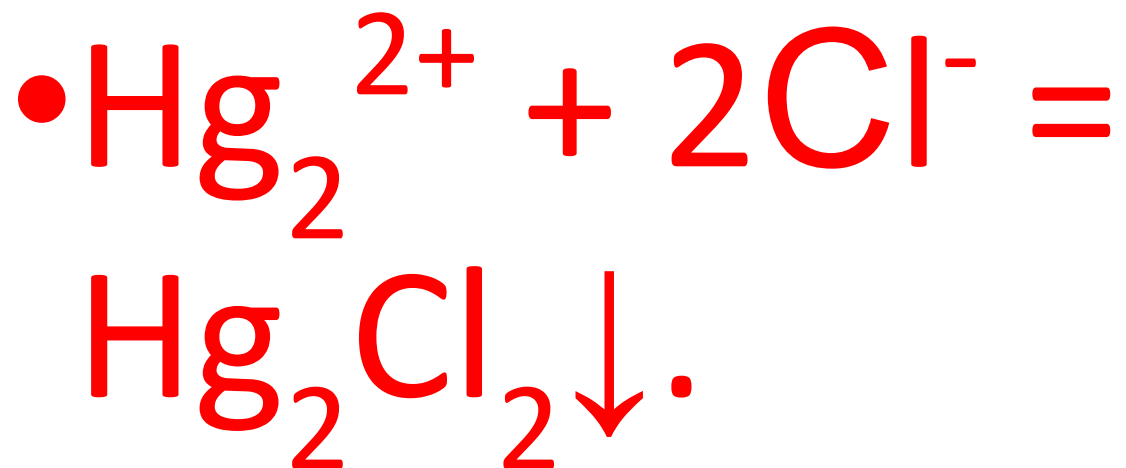
Действие щелочей



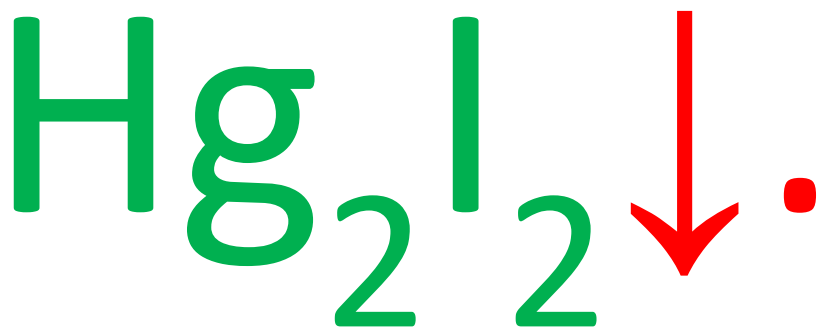
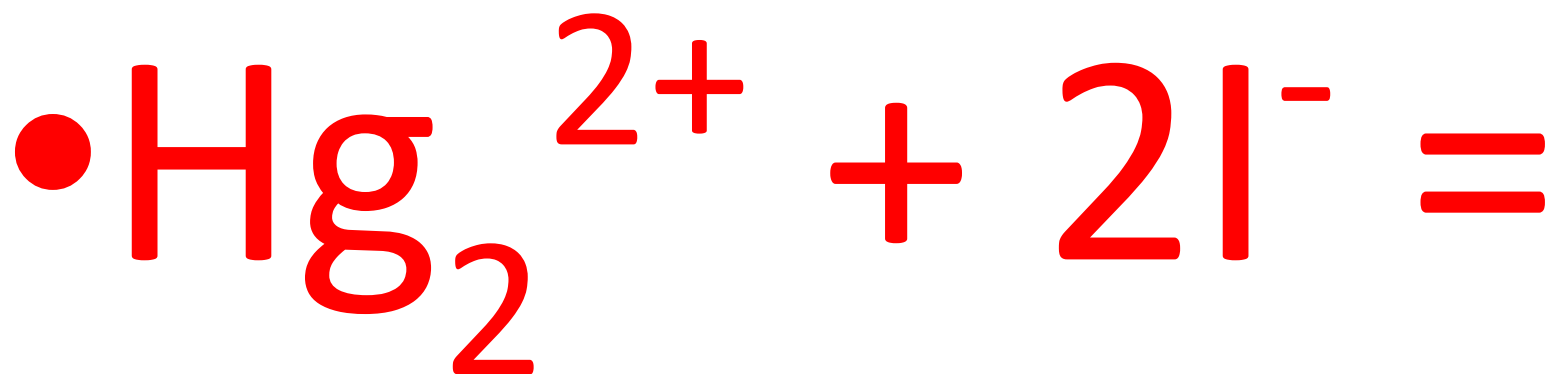
Водный раствор аммиака



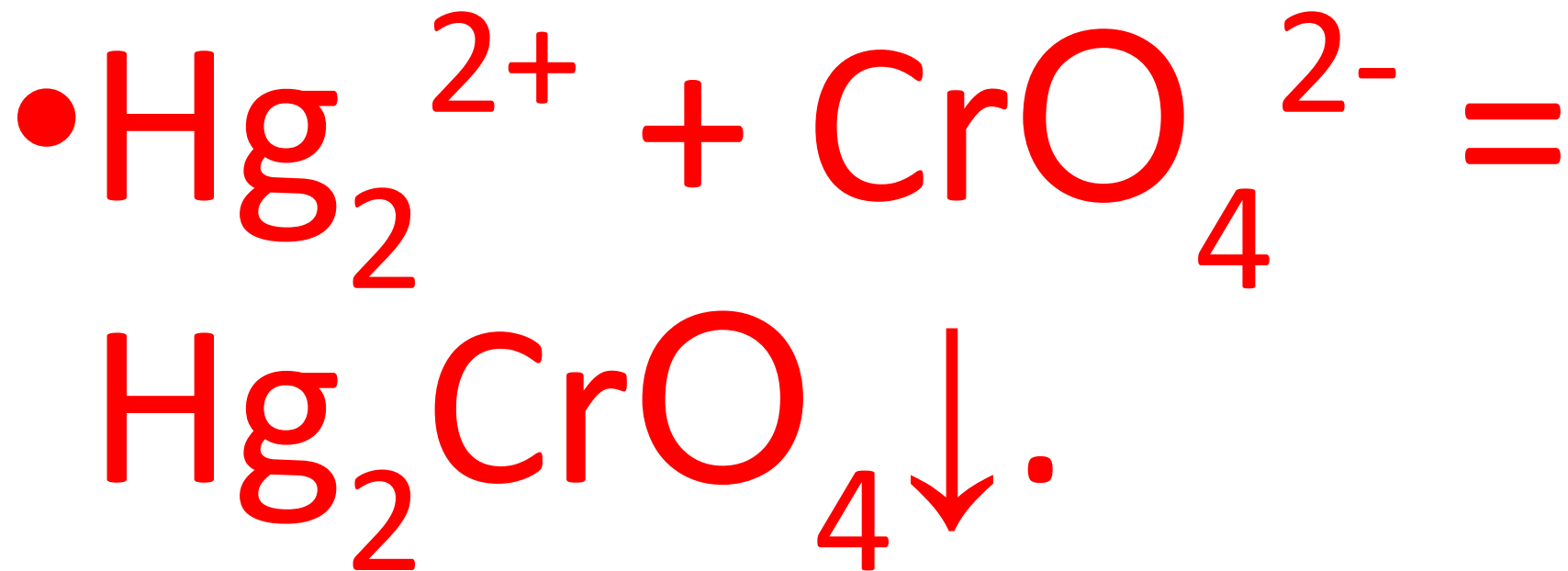
Растворимые хлориды



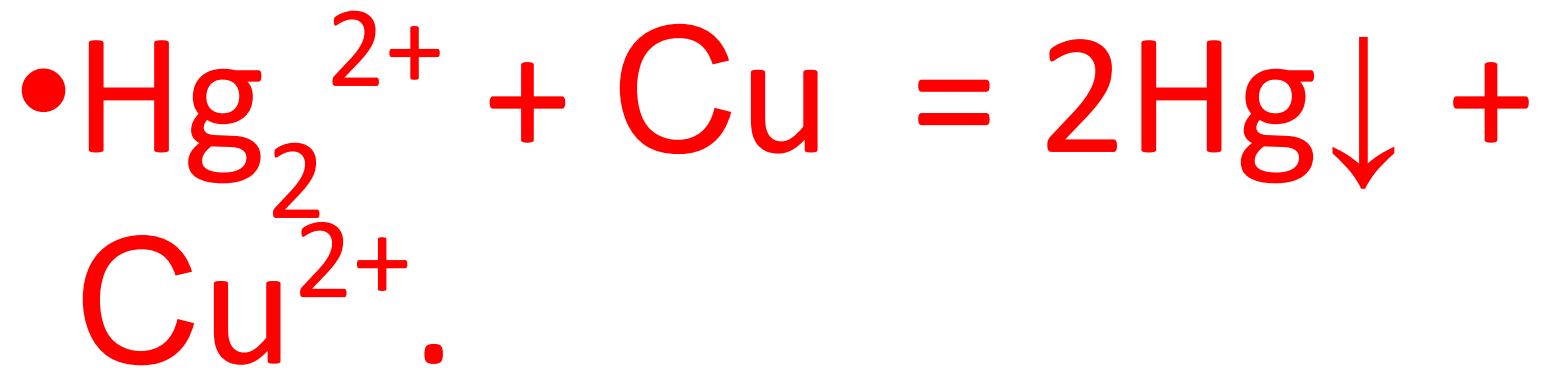
Растворимые иодиды



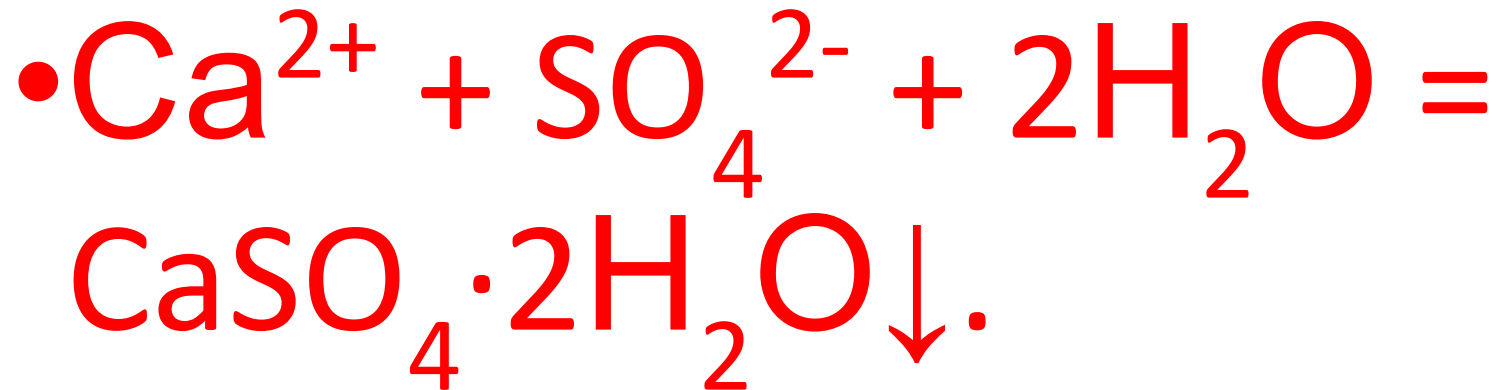
Хромат калия



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



Серная кислота

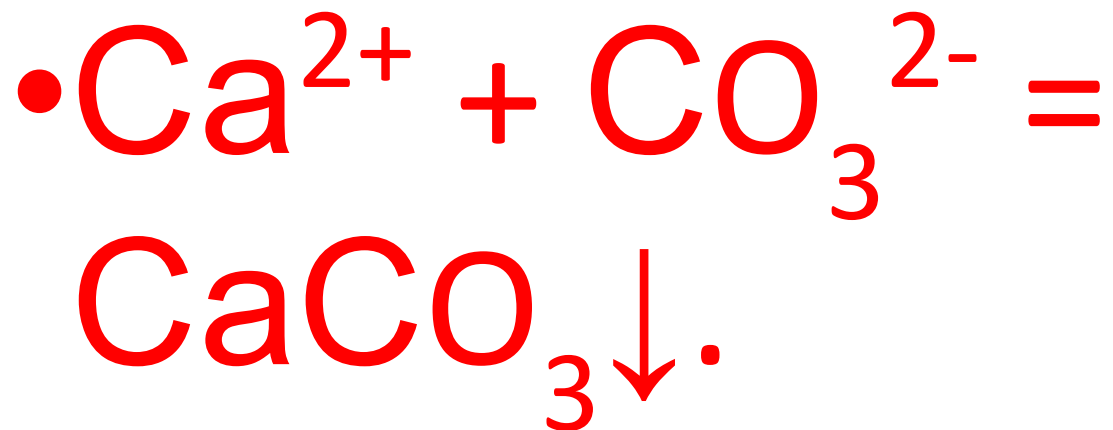


Третья
аналитическая
группа катионов
- Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ,

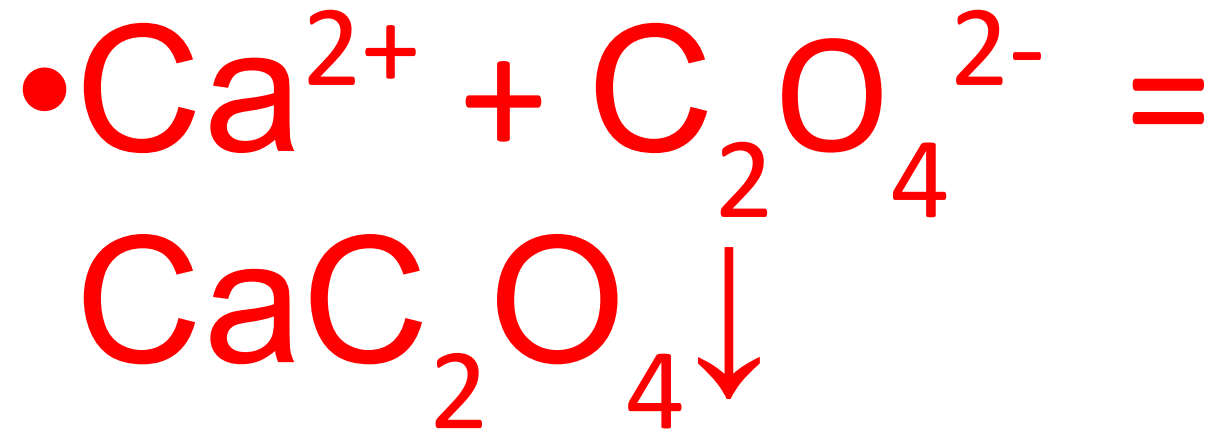
Реакции ионов



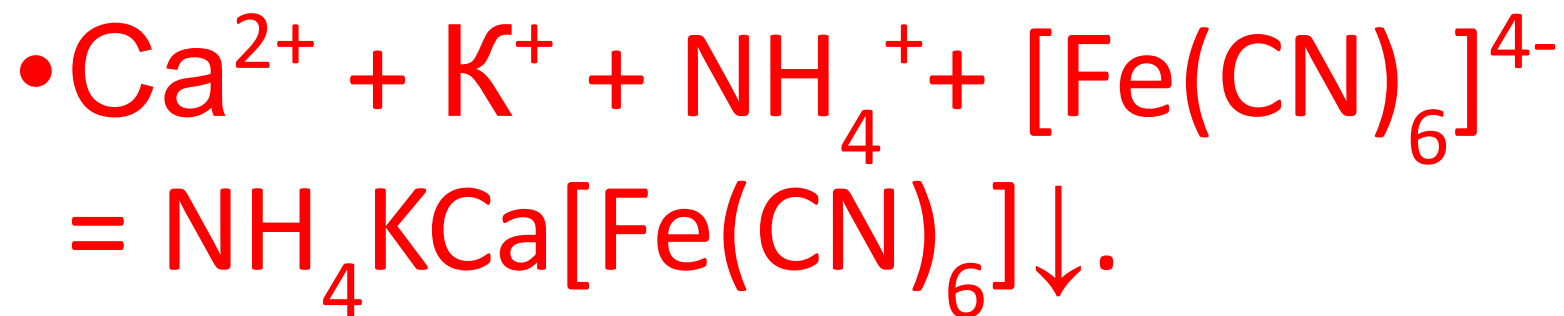
Карбонат аммония



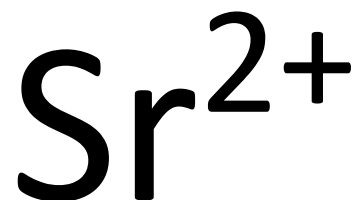
Оксалат аммония



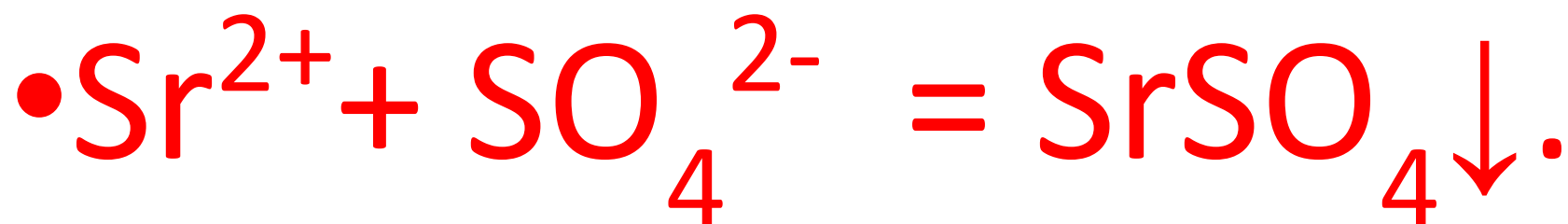
Гексацианоферрат (II) калия



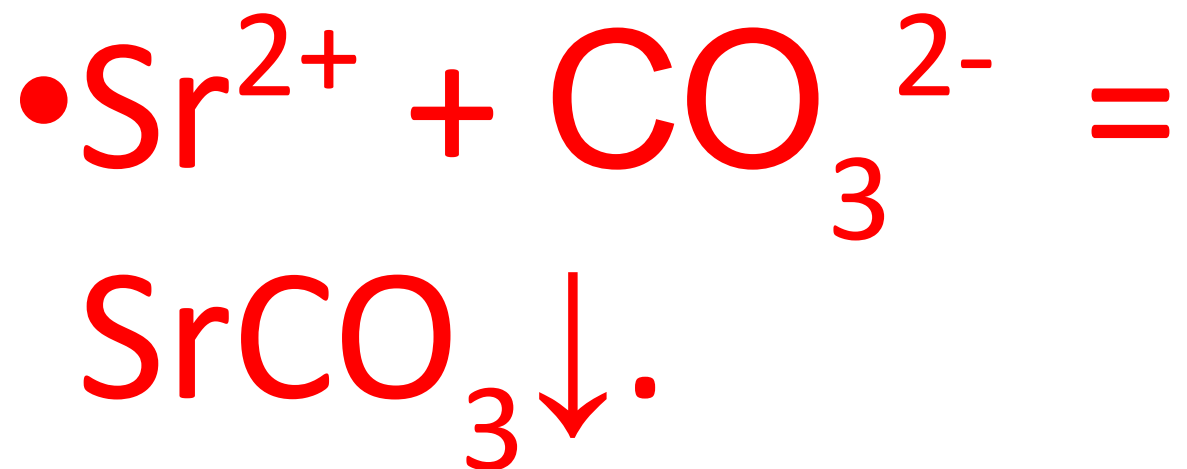
Реакции ионов



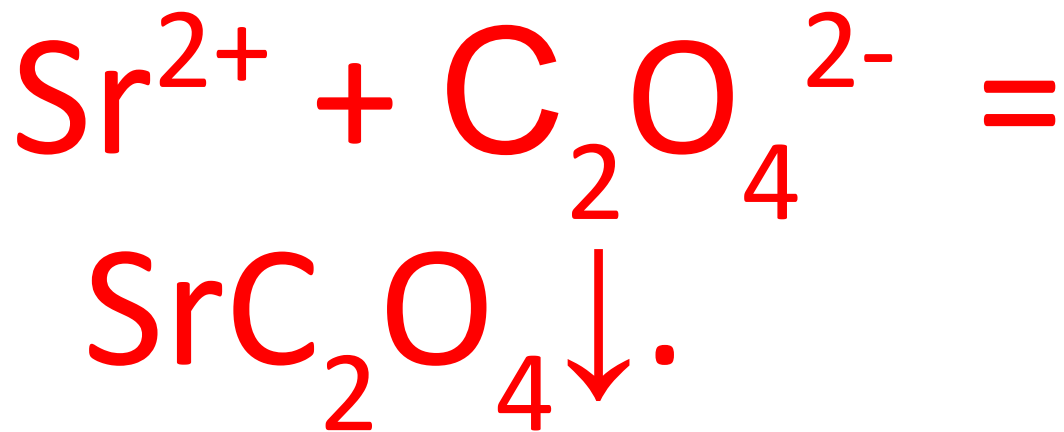
*Серная кислота, растворимые
сульфаты и гипсовая вода
(насыщенный водный раствор
сульфата кальция)*



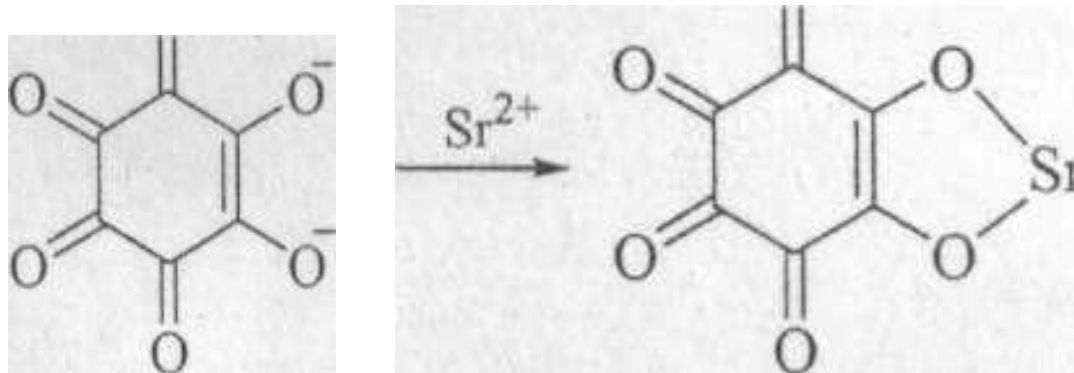
Карбонат аммония



Оксалат аммония



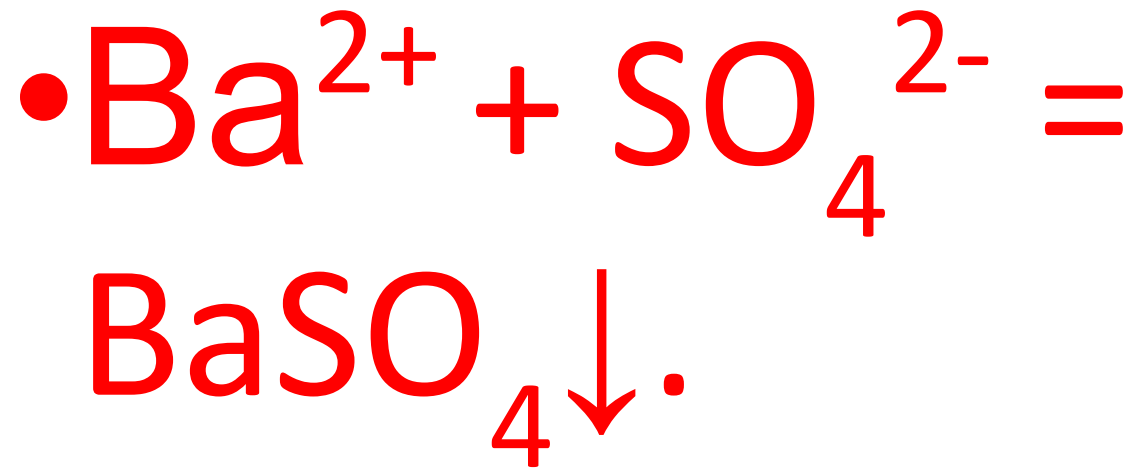
Родизонат стронция- соединение красно-бурого цвета



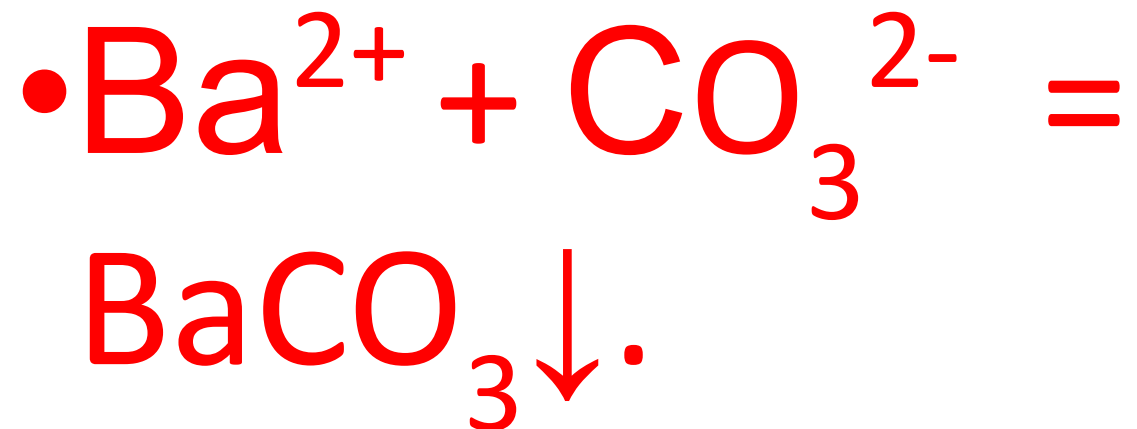
Реакции ионов



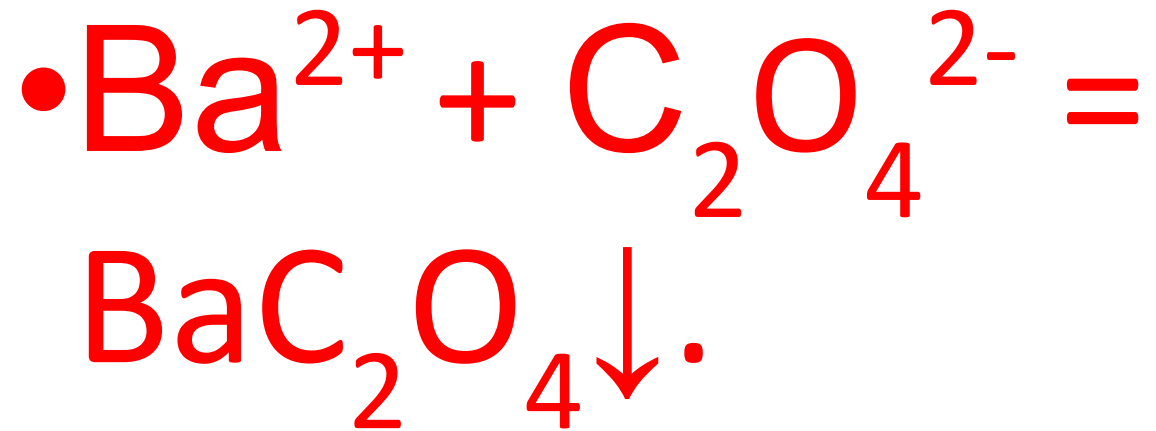
Серная кислота и растворимые сульфаты



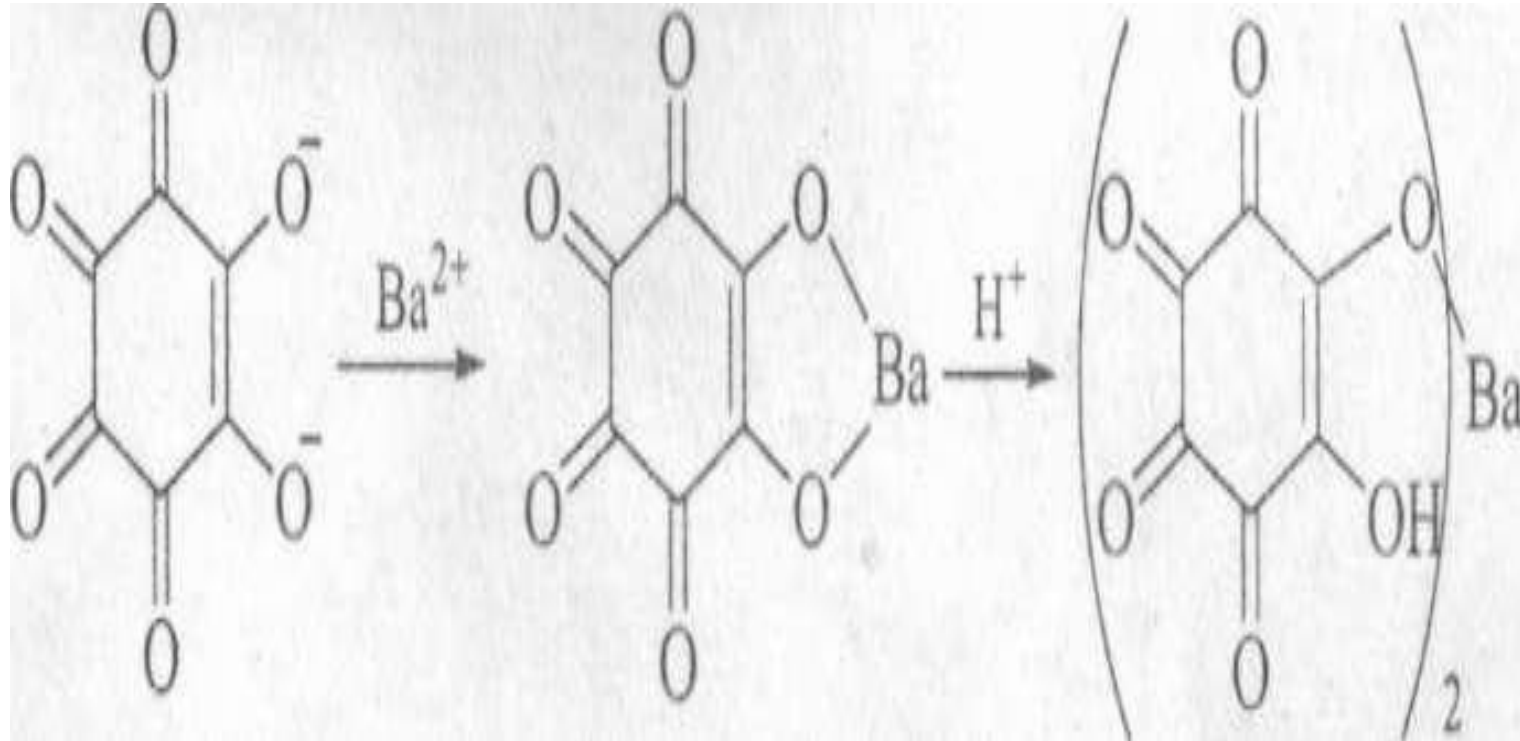
Карбонат аммония



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 серноокислой среде
II Анионы-Восстановители	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^- , ${}^3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, ${}^4\text{Cl}^-$, Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	Раствор KMnO_4 в серноокислой среде
III Индиферентные анионы	SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CH_3COO^- , B_4O_7^- (BO_2^-)	Отсутствует

Главная цель групповых реакций

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

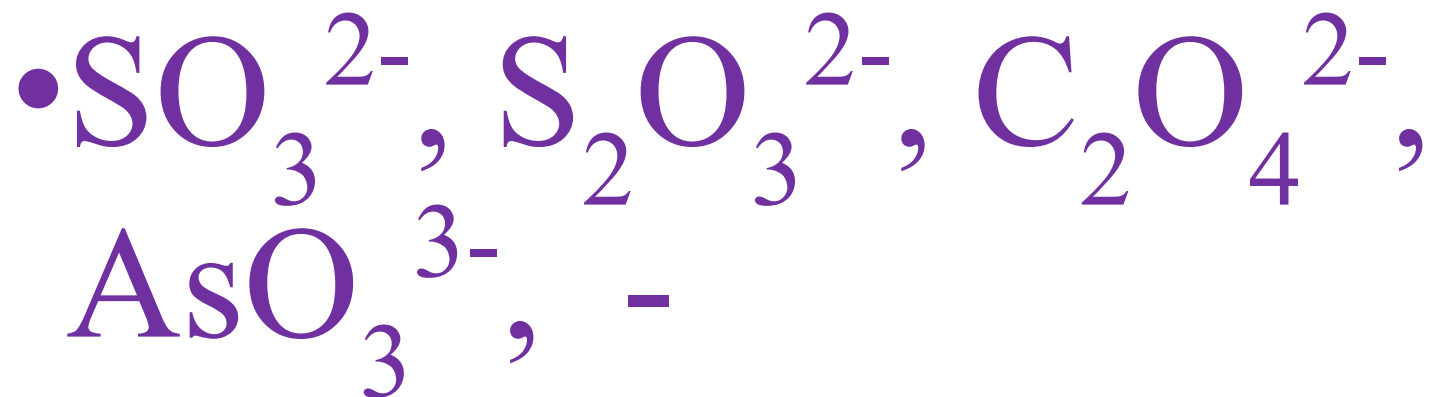
**Классификация
анионов, основанная
на образовании
малорастворимых
солей бария и
серебра**

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

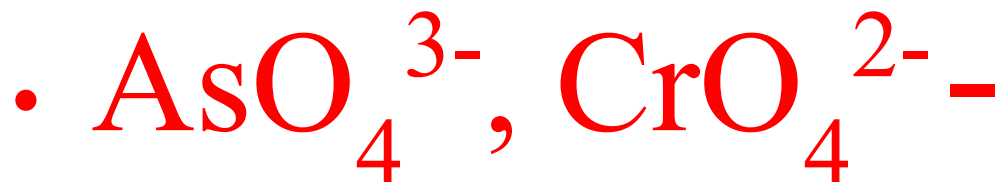
Окраска бариевых солей

- 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

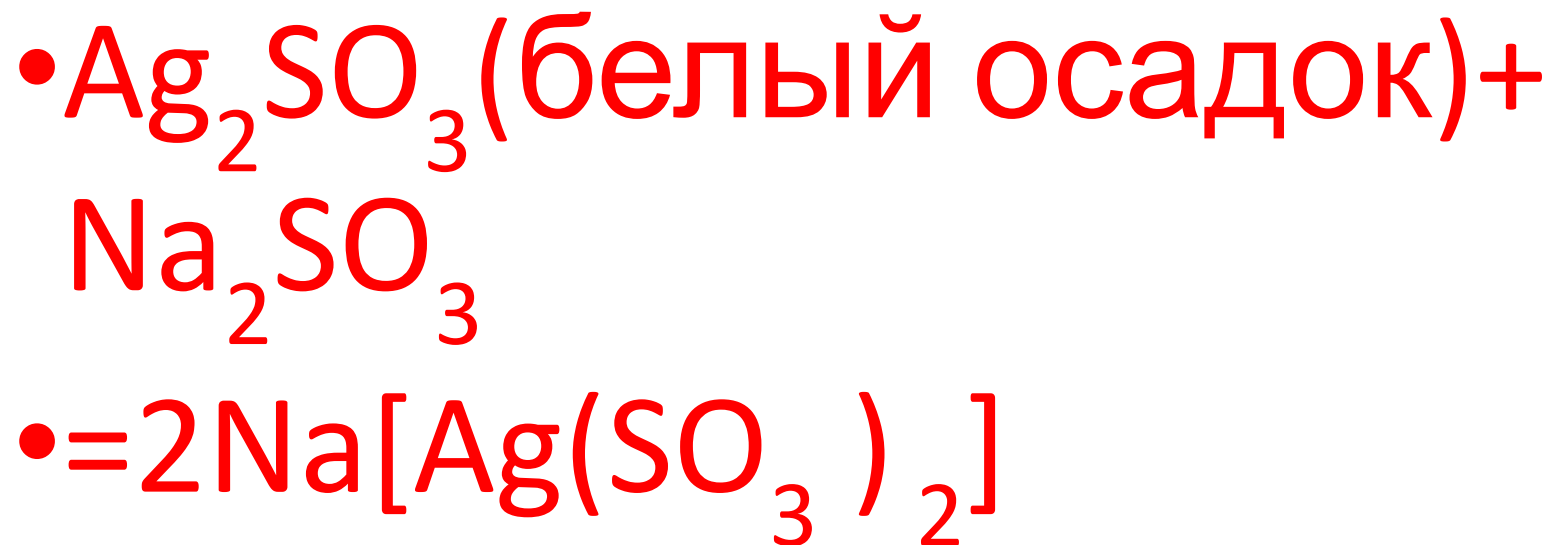
Реакции анионов I аналитической группы

1. СУЛЬФИТ-ИОНЫ

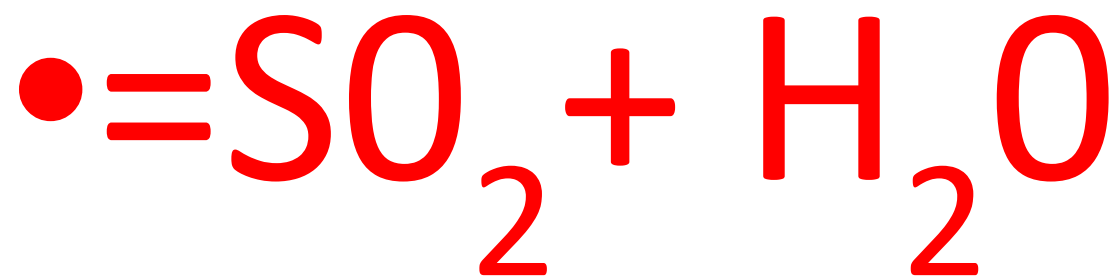
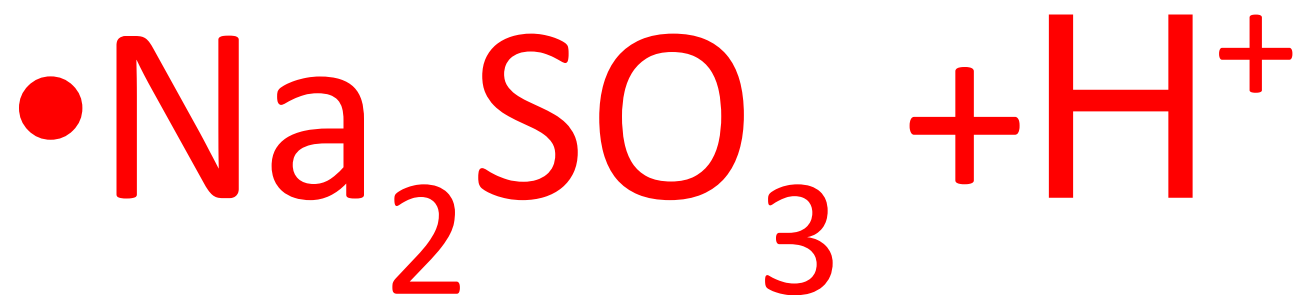
Реакции Сульфит-ионов

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

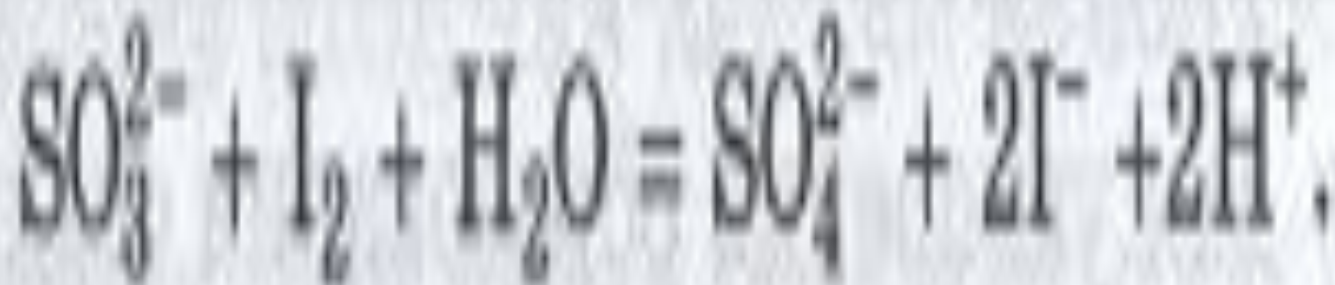
Реакция с нитратом серебра



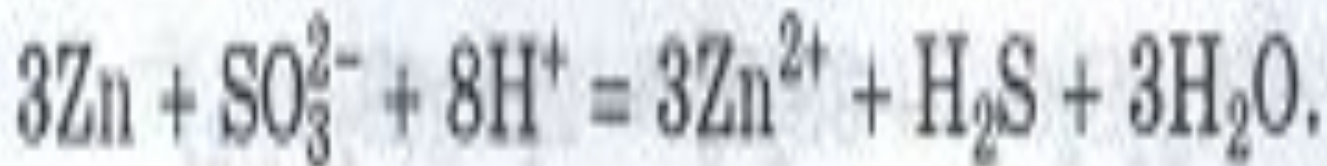
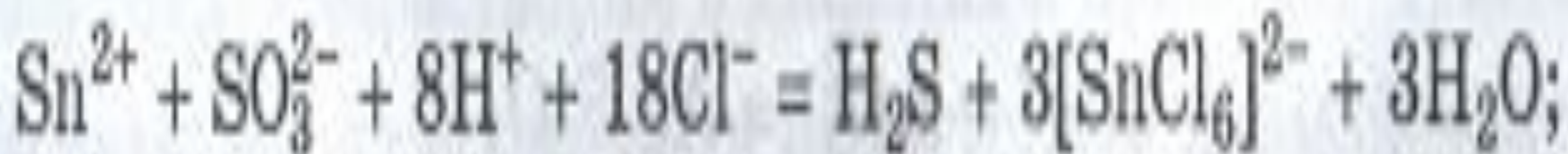
Разбавленные кислоты



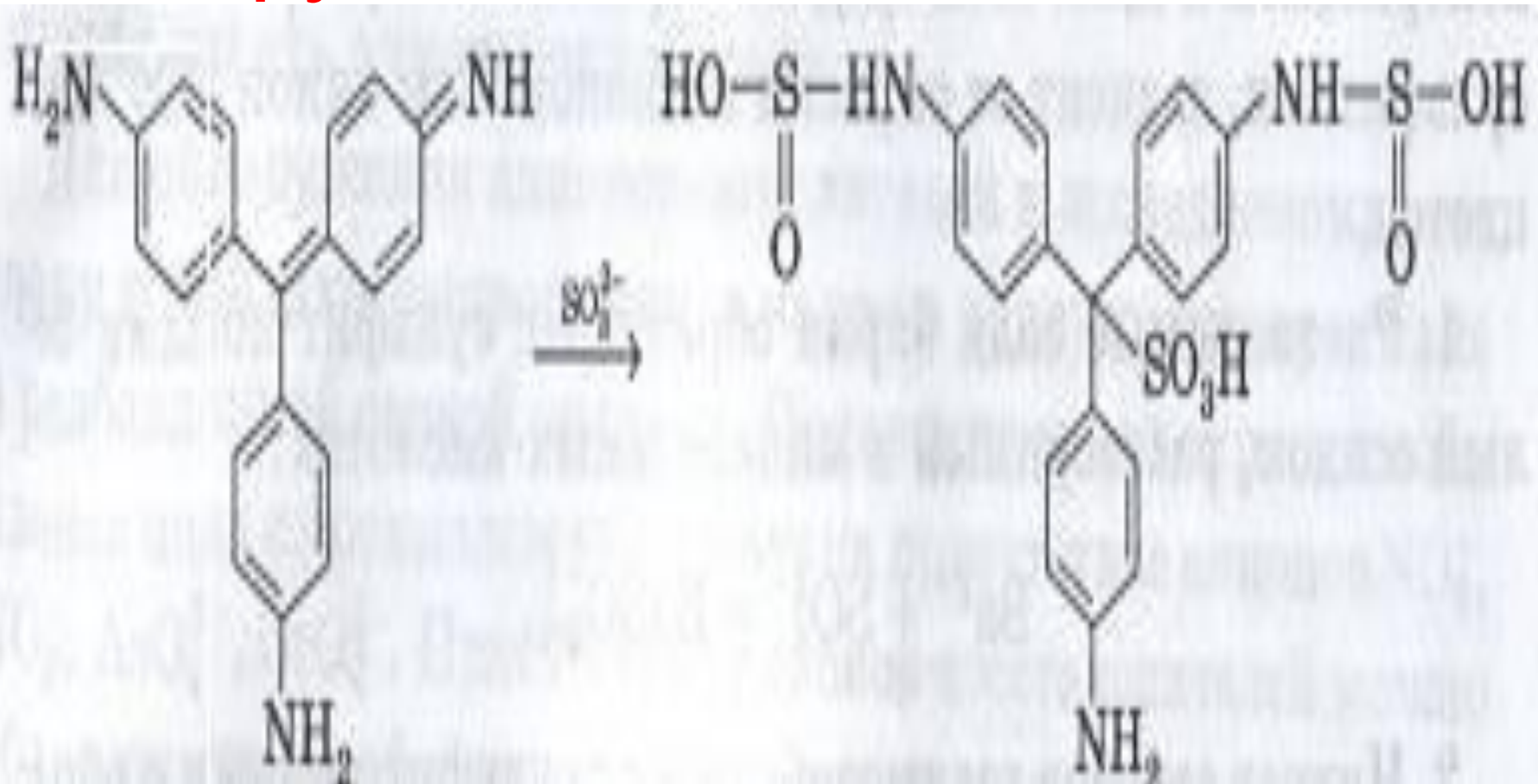
Реакции с окислителями



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**

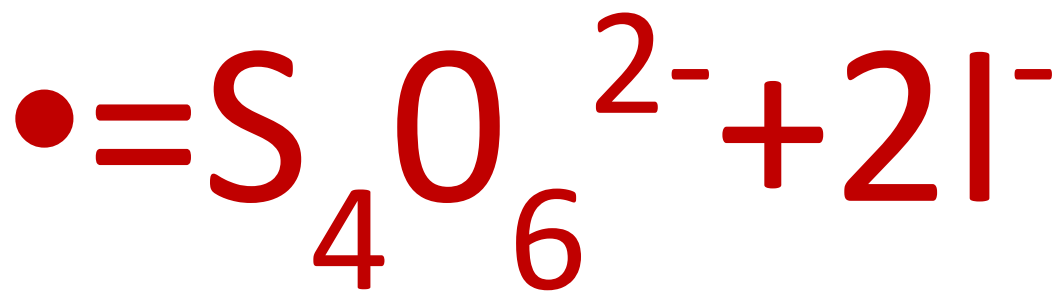
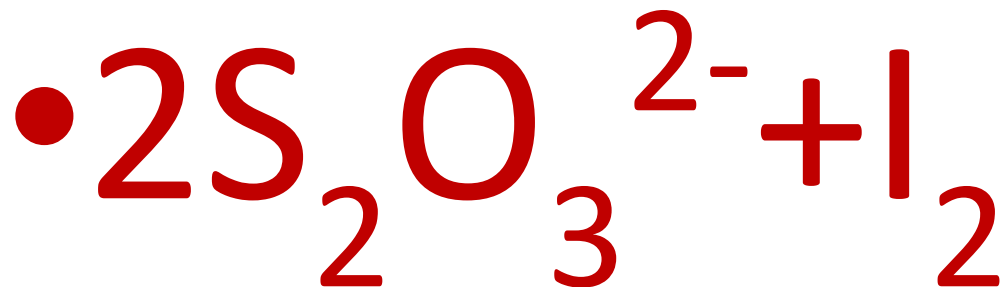
Реакции Тиосульфат--ионов

- 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

- $2\text{Mg}^{2+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} =$
- $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$

Реакции анионов

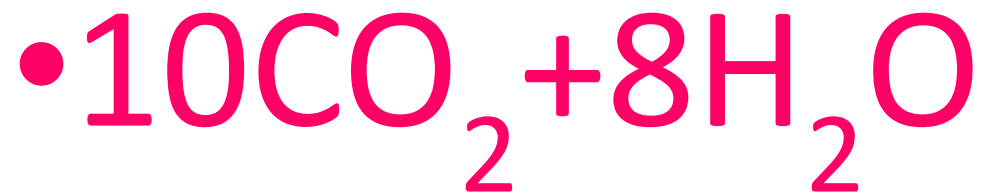
I аналитической группы

**3. ОКСАЛАТ-
ИОНЫ**

Реакции оксалат--ионов

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

Окислители (KMnO_4 в кислой среде)



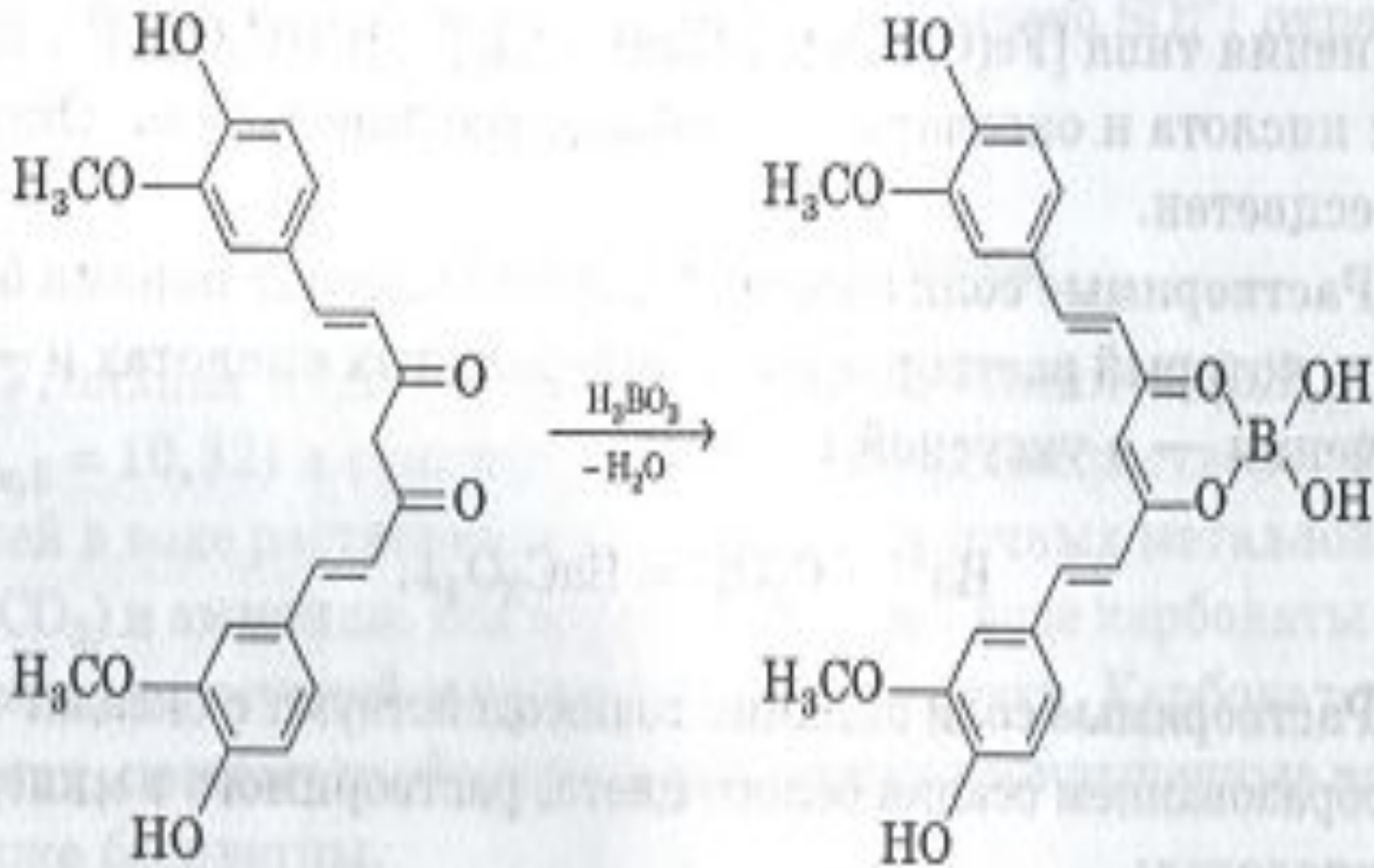
Реакции анионов I аналитической группы

5. БОРАТ-ИОНЫ

Реакции Борат-ионов

- С куркумином
- С хинализаринном
- 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

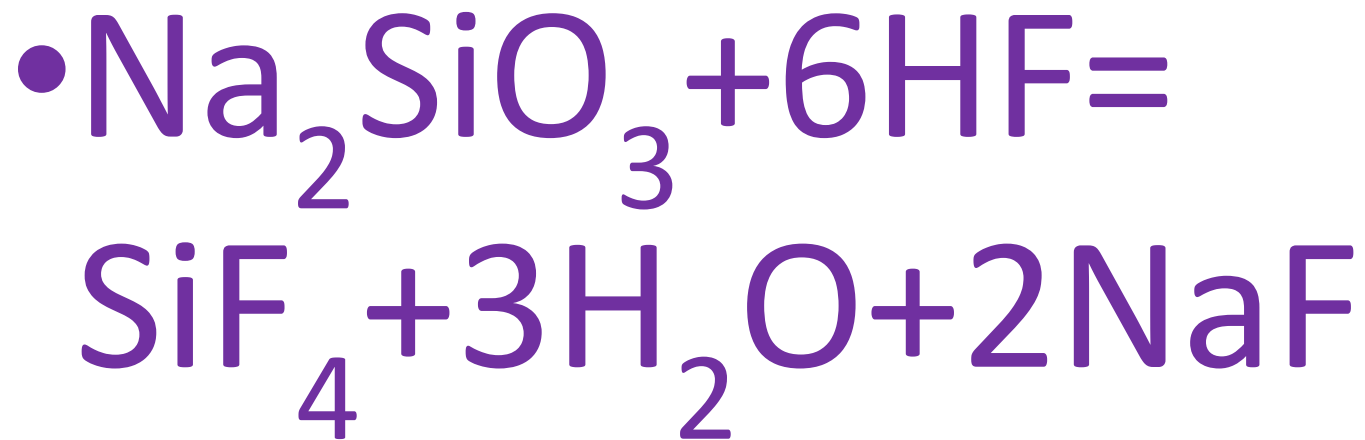
Реакции силикат-ионов

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

Образование желтого силиката серебра



Образование фторида кремния



Реакции анионов

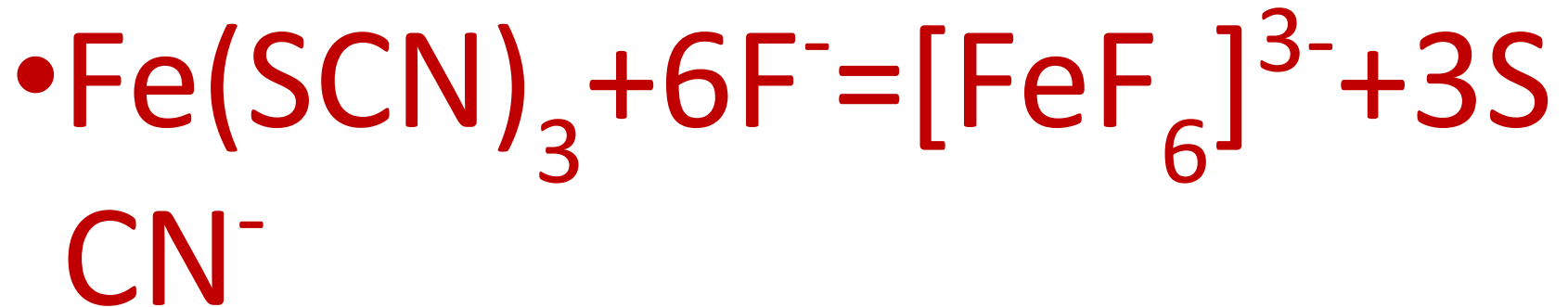
I аналитической группы

7. ФТОРИД-ИОНЫ

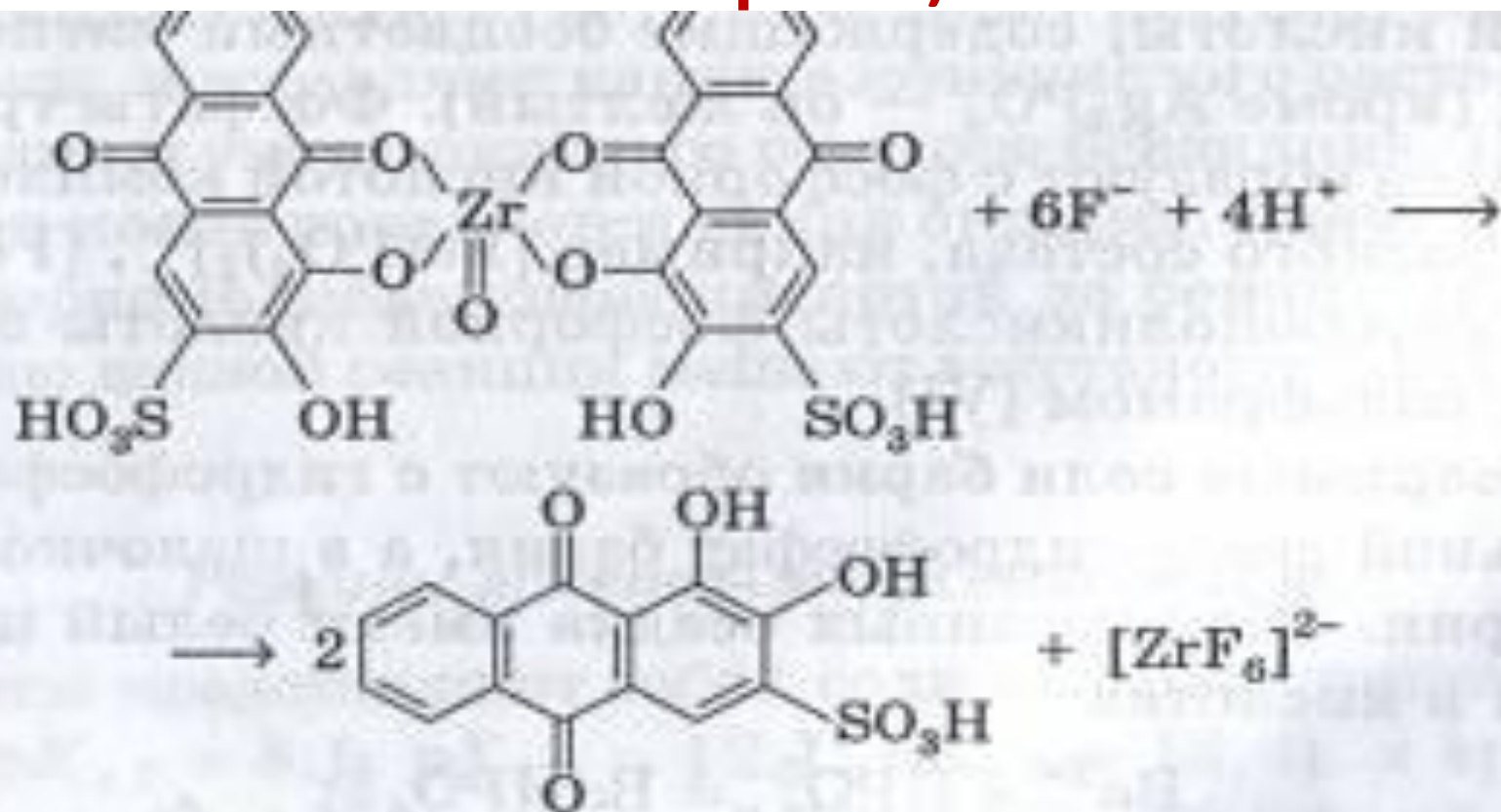
Реакции ФТОРИД-ионов

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

Обесцвечивание «кровавой раны»



Цирконий-ализариновый
комплекс изменяет цвет от
красного до желтого (свободный
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

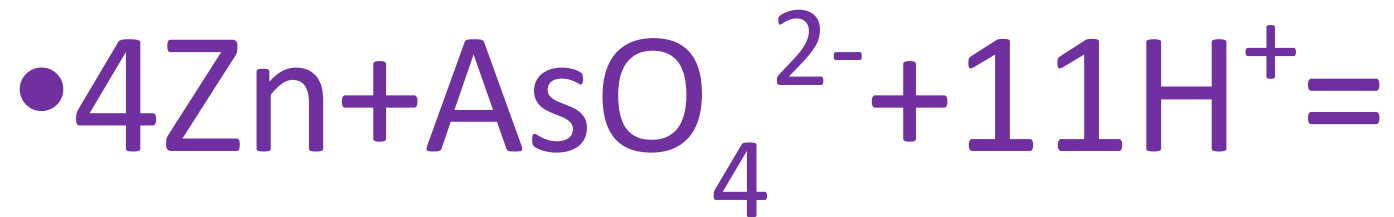
- Гетерополимолебденовая кислота и ее соли восстанавливаются до продукта синего цвета, неизвестного состава

Реакции анионов

I аналитической группы

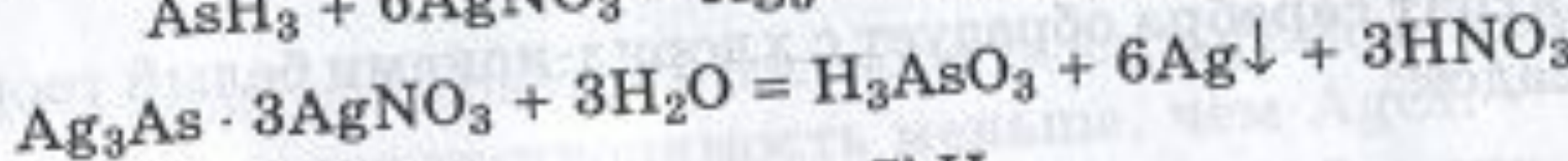
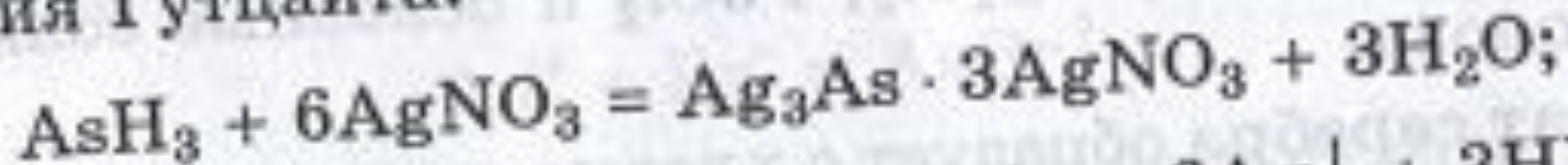
**9-10. АРСЕНИТ И
АРСЕНАТ-ИОНЫ**

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 сернокислрой среде
II Анионы- Восстановите ли	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^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , SCN^-	Раствор I_2 в KI Раствор KMnO_4 в сернокислрой среде
III Индифферентные 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!