

Тема лекции

**Общие вопросы
аналитической химии.**

**Химические методы
обнаружения
неорганических
веществ.**

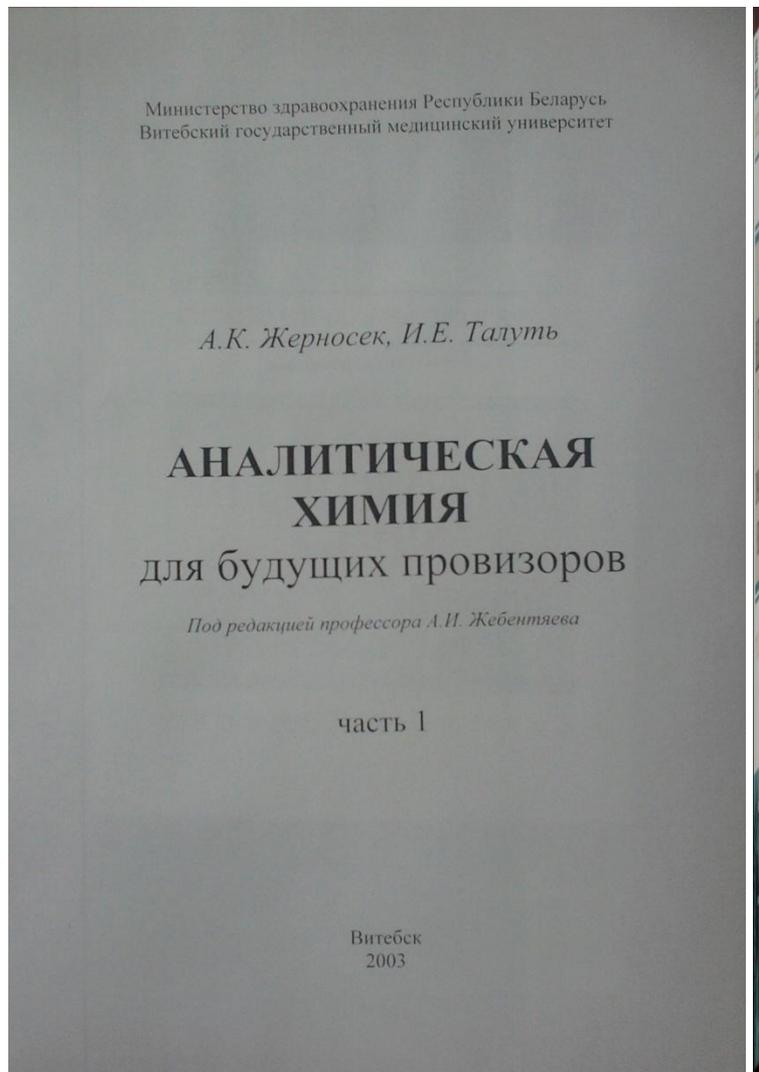
План лекции:

1. Общие вопросы аналитической химии.
2. Литература по аналитической химии.
3. Химические методы обнаружения неорганических веществ.
3. Реакции обнаружения катионов I аналитической группы.
4. Реакции обнаружения катионов II

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА



КОНСПЕКТ В ИНТЕРНЕТЕ



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.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

- 1) КАЧЕСТВЕННЫЙ
(QUALITY) АНАЛИЗ;
- 2) КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ
(QUANTITY) АНАЛИЗ;
- 3) ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИЕ

ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ КУРСА АХ

- ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
НЫЙ ПРЕДМЕТ,
НУЖНЫЙ
В ПОСЛЕДСТВИИ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ
УЧЕБНОЙ

**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

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 зависимости от цели
различают
качественный,
количественный и
структурный анализ.

Качественный анализ

- Качественный анализ предполагает обнаружение или идентификацию компонентов анализируемого образца.

Структурный анализ (ОДНА ИЗ РАЗНОВИДНОСТЕЙ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА)

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

Количественный анализ

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

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;

ПРЕДЕЛ ОБНАРУЖЕНИЯ

- НАИМЕНЬШЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АНАЛИТА (ОПРЕДЕЛЯЕМОГО ВЕЩЕСТВА) КОТОРОЕ ПО ДАННОЙ МЕТОДИКЕ МОЖНО ОТЛИЧИТЬ ОТ СИГНАЛА КОНТРОЛЬНОГО ОПЫТА. СОГЛАСНО IURAS, МИНИМАЛЬНО ОБНАРУЖИВАЕМЫМ СИГНАЛОМ СЧИТАЕТСЯ ТАКОЙ КОТОРЫЙ ПРЕВЫШАЕТ СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ СИГНАЛА КОНТРОЛЬНОГО ОПЫТА НА 3 СТАНДАРТНЫХ ОТКЛОНЕНИЯ (ПОНЯТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ

ПРЕДЕЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- СОДЕРЖАНИЕ АНАЛИТА (ОПРЕДЕЛЯЕМОГО ВЕЩЕСТВА) КОТОРЫЙ ПРЕВЫШАЕТ СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ СИГНАЛА КОНТРОЛЬНОГО ОПЫТА НА ВЕЛИЧИНУ В 10 СТАНДАРТНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ (ПОНЯТИЕ

ДИАПАЗОН ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СОДЕРЖАНИЙ

- РАЗНОСТЬ МЕЖДУ НИЖНЕЙ И
ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦАМИ
ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СОДЕРЖАНИЙ.

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.**

ГЛАВНАЯ ТАБЛИЦА ПО

А И А П Л А Т И А С Г

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

**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

Аналитическая классификация катионов

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

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ИОНОВ

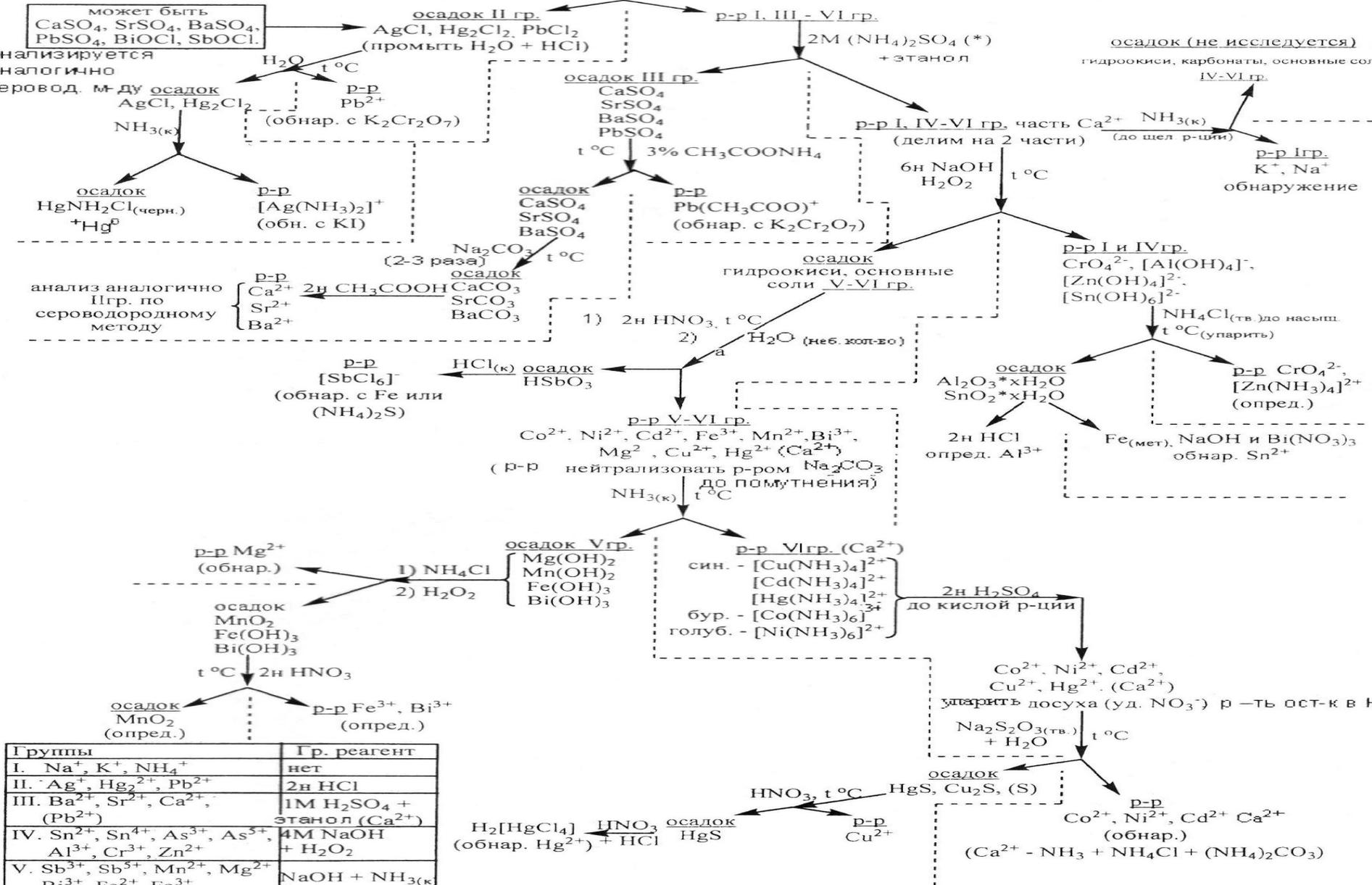
- 6 ГРУПП
КАТИОНОВ
ПО
КИСЛОТНО-
ОСНОВНОЙ
КЛАССИФИ-
КАЦИИ

- 3 ГРУППЫ
АНИОНОВ ПО
РАСТВОРИ-
МОСТИ
СОЛЕЙ
БАРИЯ И
СЕРЕБРА

Схема разделения катионов по кислотно-щелочному методу:

Классификация основана на примен. гр. реагентов:
р-р кислот (HCl, H₂SO₄), щелочей, H₂O и NH₃

Предв. испытания
-рН, цвет, NH₄⁺, Fe²⁺, Fe³⁺



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

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.

**АНАЛИЗ
КАТИОНОВ (ПО
Кислотно-
основной
классификация)**

МЕШАЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ИОНОВ

- Li^+ (Na^+) + $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3\text{CH}_3\text{COO}^- =$

ПО ОТНОШЕНИЮ К ГРУППОВОМУ РЕАГЕНТУ

- НЕ ИМЕЮТ
ГРУППОВО
ГО
РЕАГЕНТА

- ИМЕЮТ
ГРУППОВ
ОЙ
РЕАГЕНТ

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	$\text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Cr}^{3+}$	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

РЕАГЕНТ

• КИСЛОТЫ

• ОСНОВАНИЯ

НЕРАСТВОРИМЫЕ ХЛОРИДЫ

• Амфотерные гидроксиды:

– HCl –

• Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+}

• Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ,

• Нерастворимые гидроксиды:

• НЕРАСТВОРИМЫЕ

СУЛЬФАТЫ-

• Растворимые аммиачные комплексы:

• H_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$ -

ОСОБОЕ ПОВЕДЕНИЕ Pb^{2+} ,

- $\rho^*(PbCl_2) = 9,8 \text{ г/л}$

- $\rho^*(PbSO_4) = 0,045 \text{ г/л}$

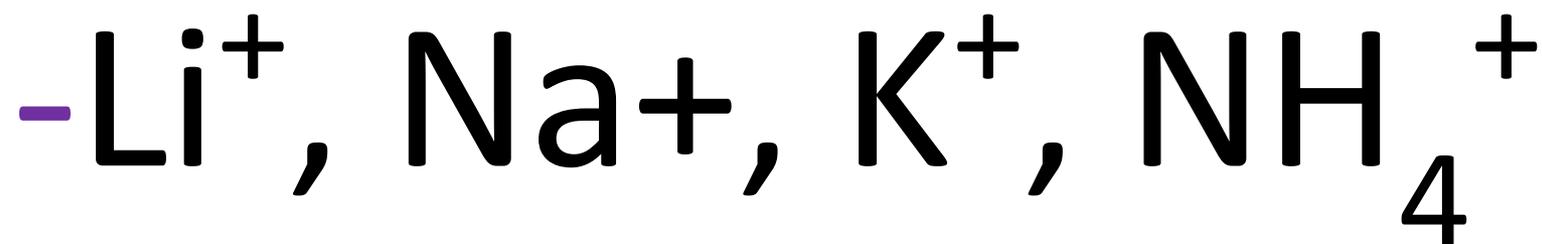
- Вывод Pb^{2+} можно

отнести и ко II, и к

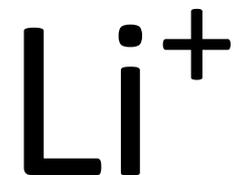
III аналитической

группы

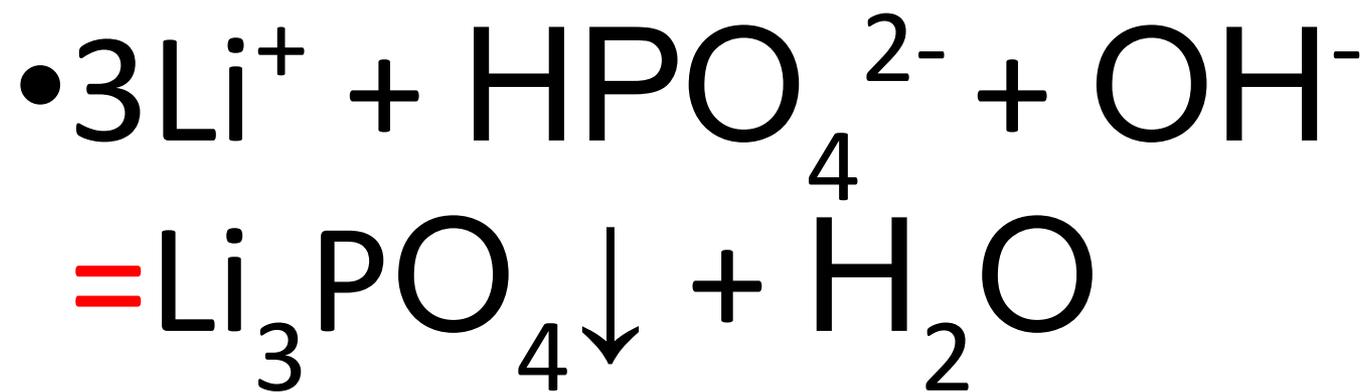
Первая
аналитическая
группа катионов



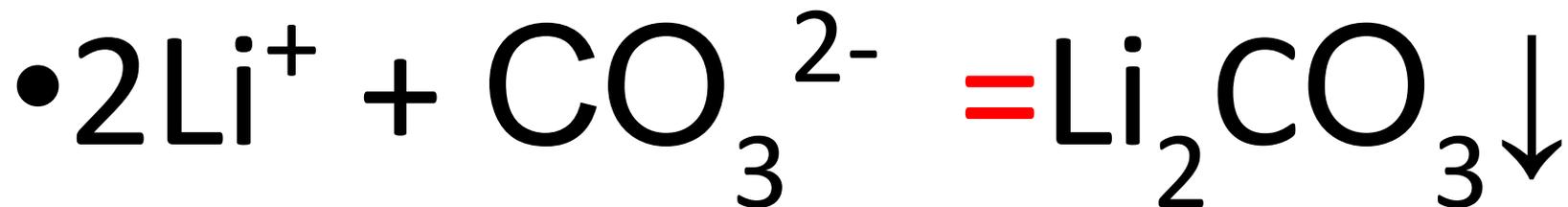
Реакции ионов



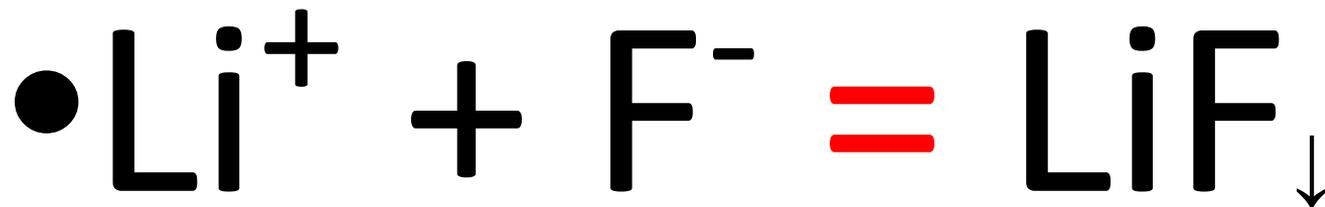
*Реакция с двузамещенным
гидроортофосфатом натрия*



*Реакция с растворимыми
карбонатами*



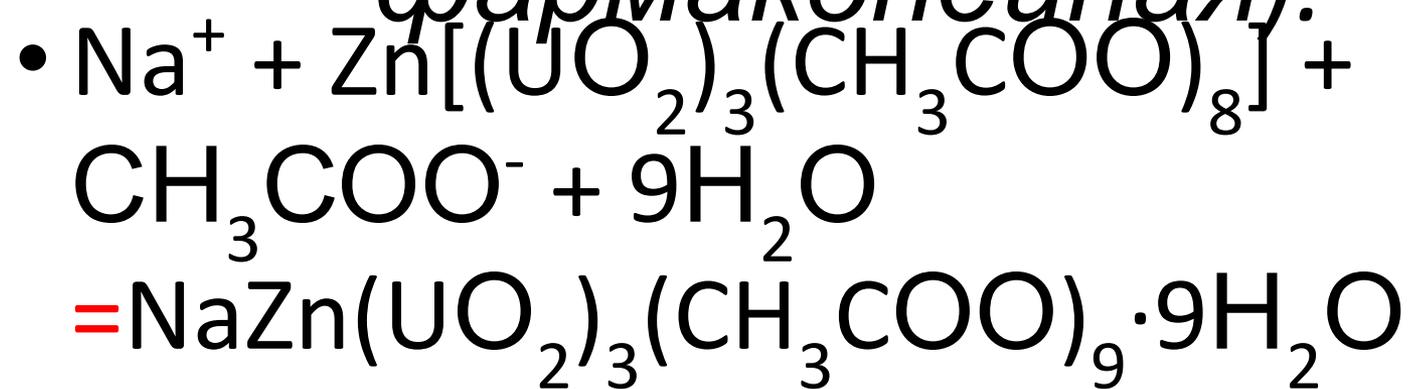
*Реакция с растворимыми
фторидами*



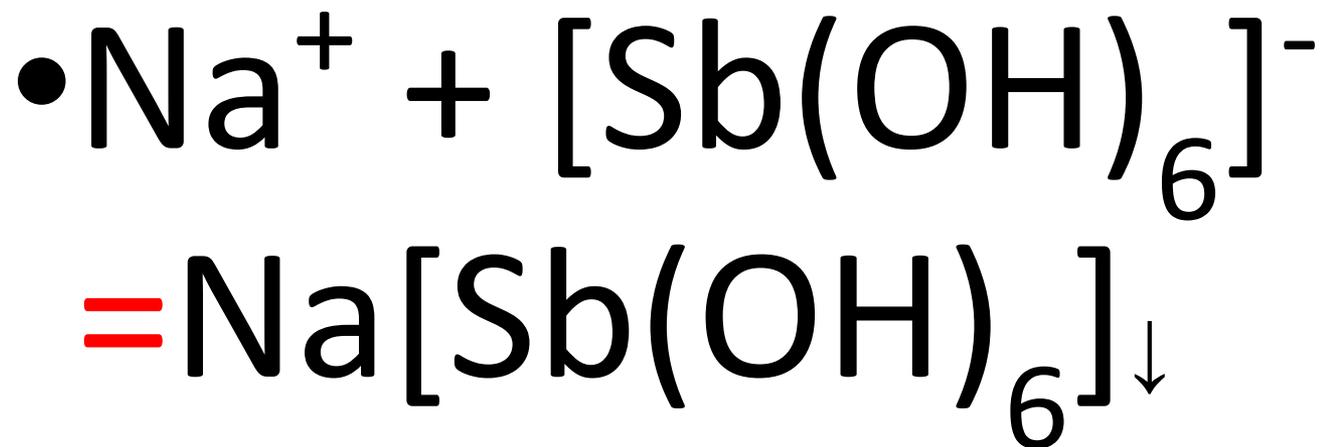
Реакции ионов



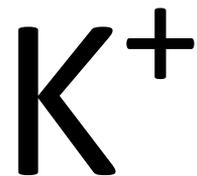
*Микрокристаллоскопическая
реакция с
цинкуранилацетатом (уже не
фармакопейная).*



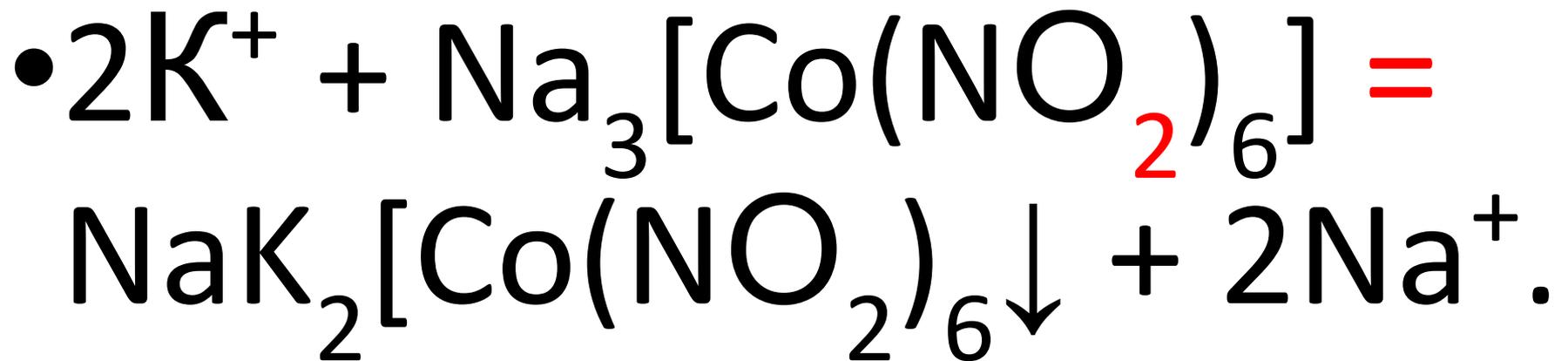
*.Реакция с
гексагидроксоантибатом
м (V) калия*



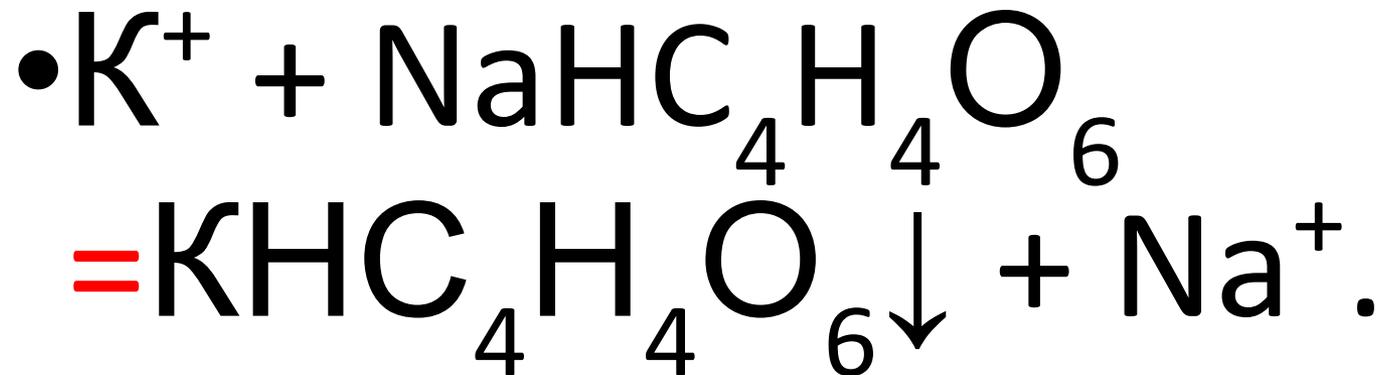
Реакции ионов



Реакция с
*гексанитро*кобальтатом (III)
натрия
кобальтинитритом натрия
(фармакопейная)



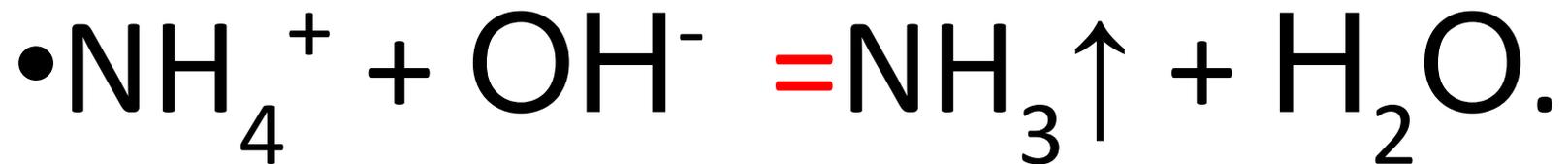
*Реакция с гидротартратом
натрия (фармакопейная)*



Реакции ионов

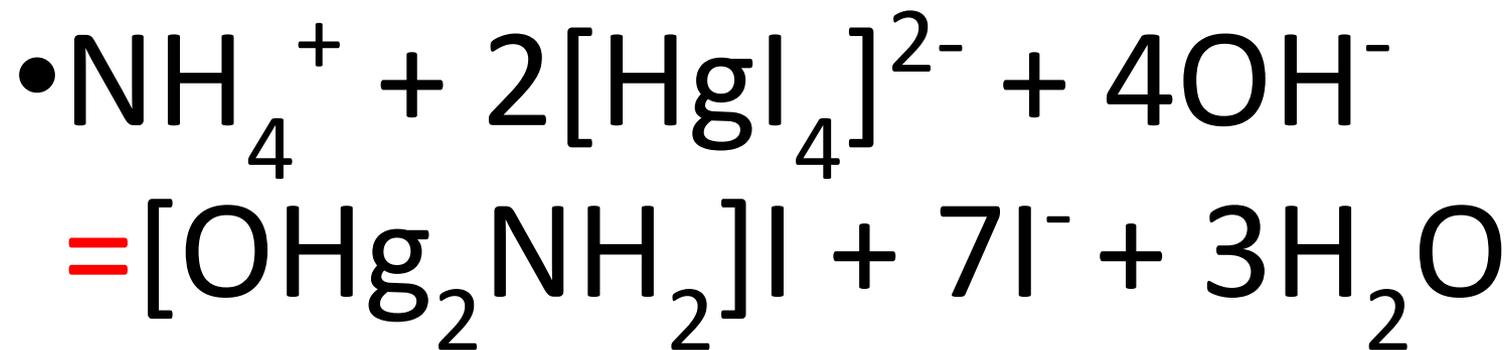


Реакция разложения солей аммония щелочами (фармакопейная)



Реакция с реактивом

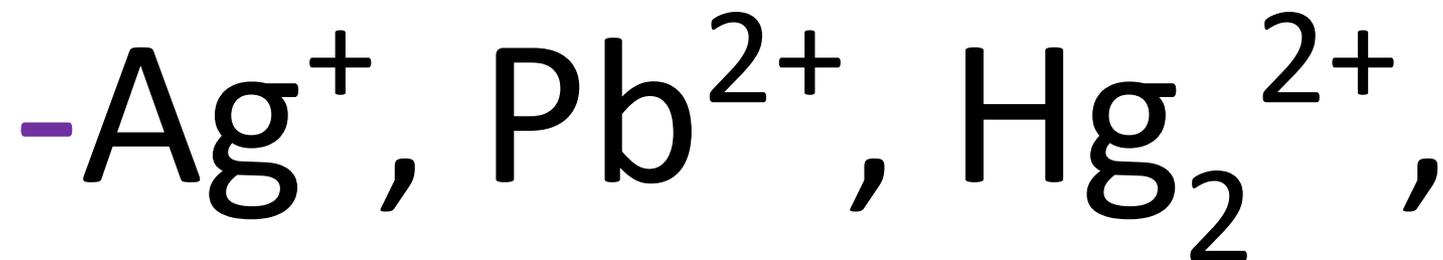
Несслера — смесью раствора тетрайодомеркурата(II) калия $K_2[HgI_4]$ с KOH (фармакопейная)



Систематический анализ смеси катионов Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+

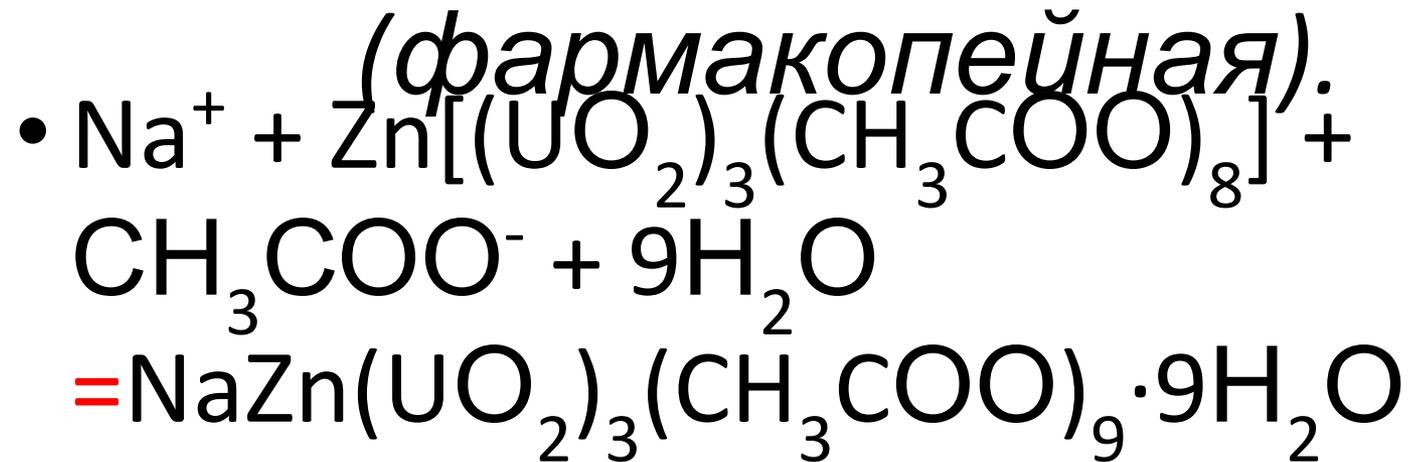
- Сразу удаляют аммоний прокаливаем в щелочной среде, затем Li^+ – осаждением фторидом аммония или гидроортофосфатом натрия.
- Ионы Na^+ , K^+ , определяют дробными реакциями

Вторая
аналитическая
группа катионов



*Микрокристаллоскопическая
реакция с
цинкуранилацетатом*

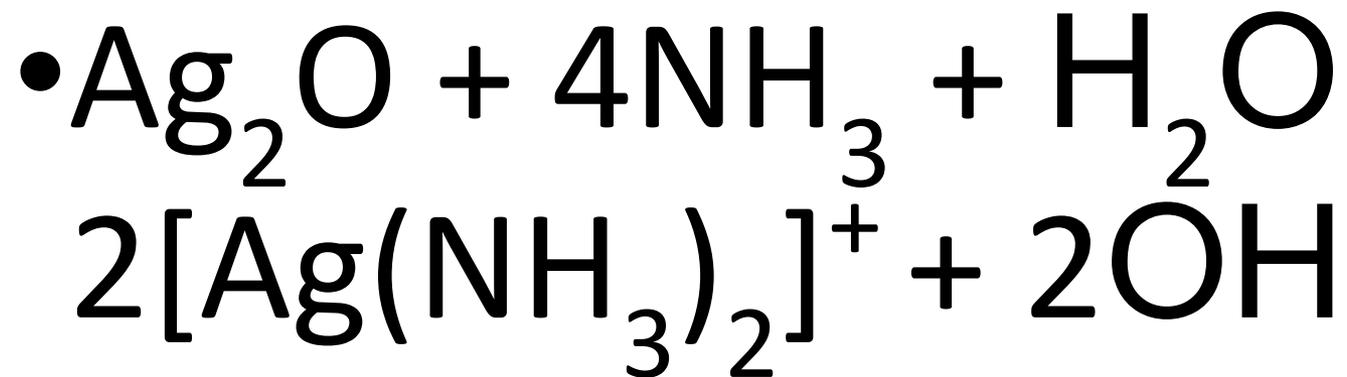
(фармакопейная).



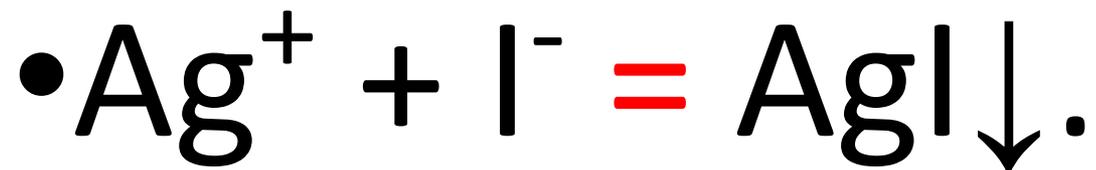
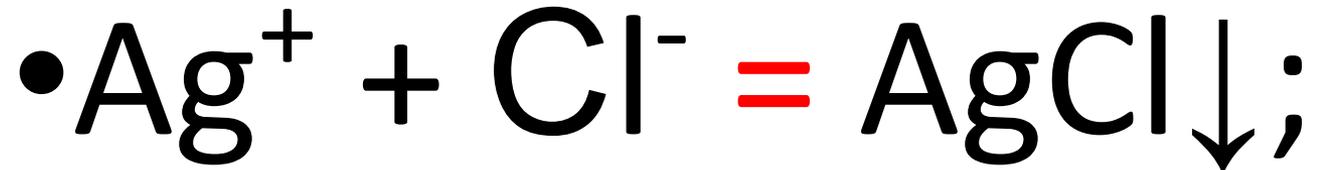
Реакции ионов



Реакция со щелочами



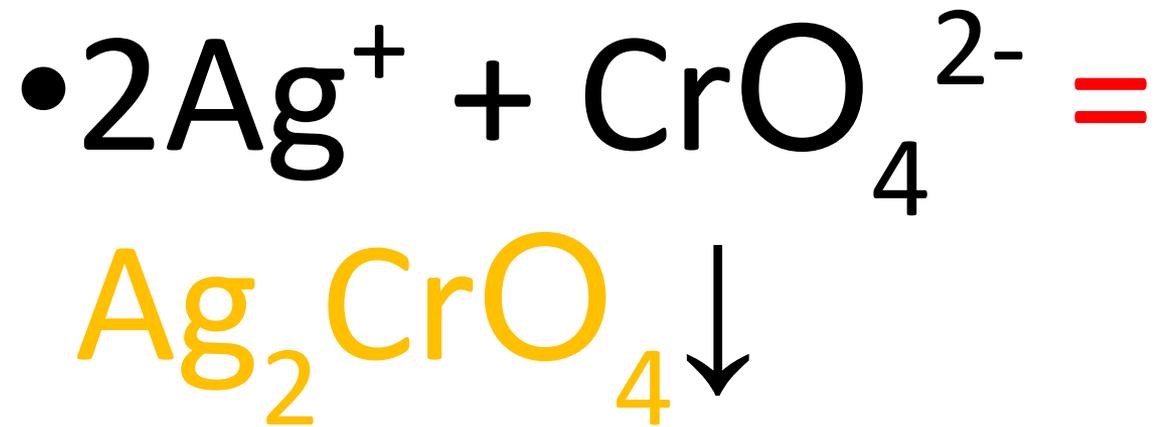
Растворимые галогениды



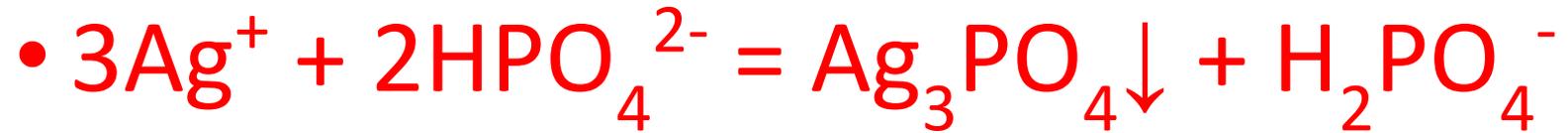
Различие галогенидов серебра

- 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:



Гидрофосфат натрия



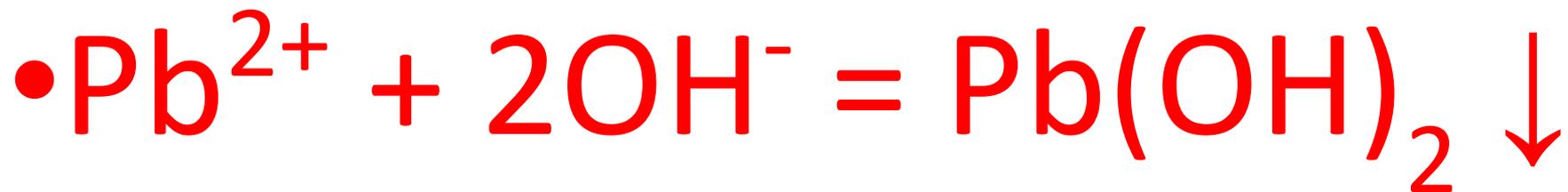
Реакция восстановления Ag^+ до металлического серебра

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

Реакции ионов



Действие щелочей и аммиака



Растворимые галогениды

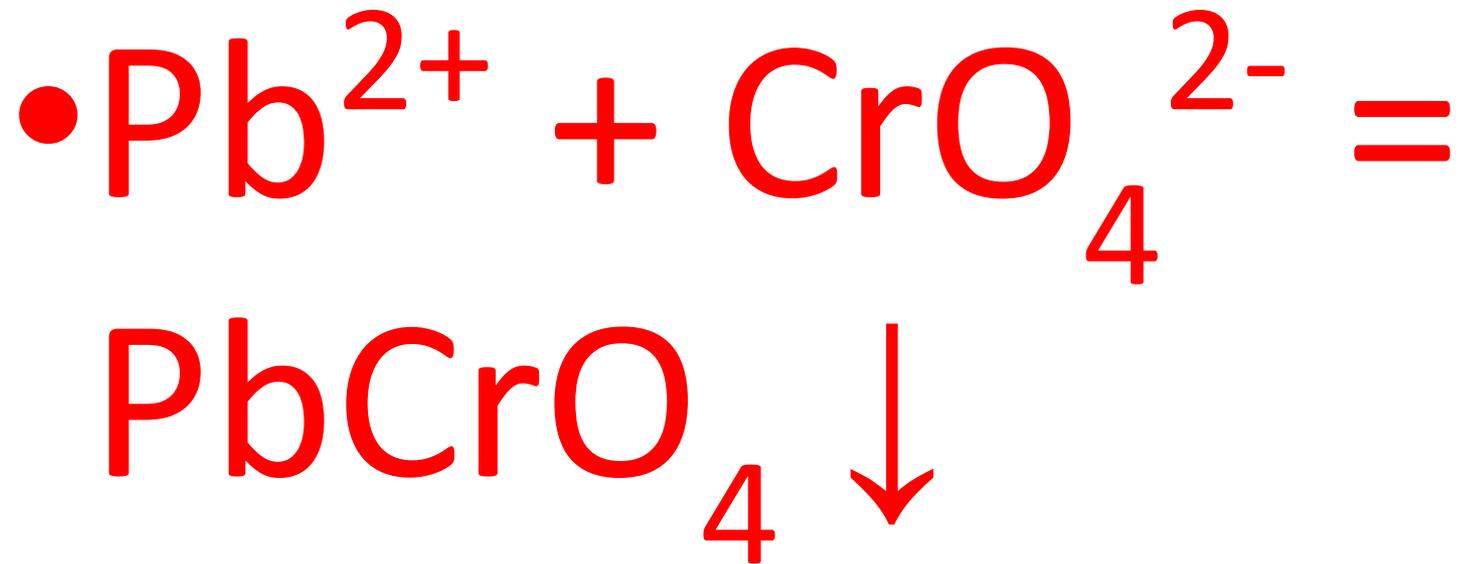
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 \downarrow$
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Br}^- = \text{PbBr}_2 \downarrow$
- $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2 \downarrow$



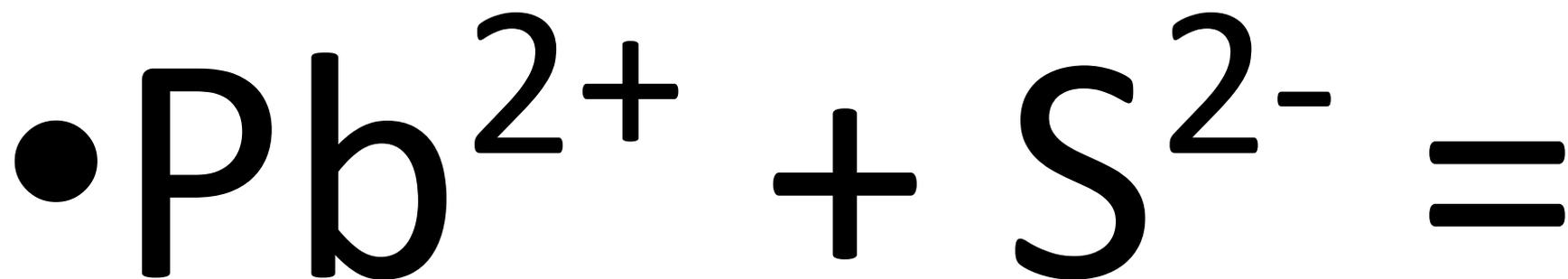
Осадки галогенидов свинца (II)
растворимы в горячей воде и в
присутствии избытка
галогенид-ионов



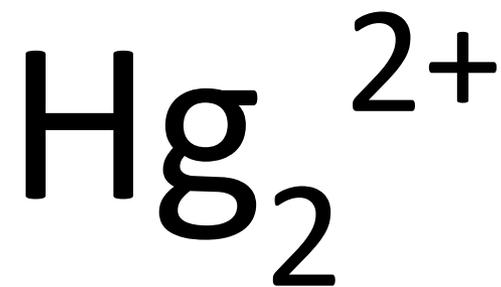
Хромат калия образует
желтый осадок



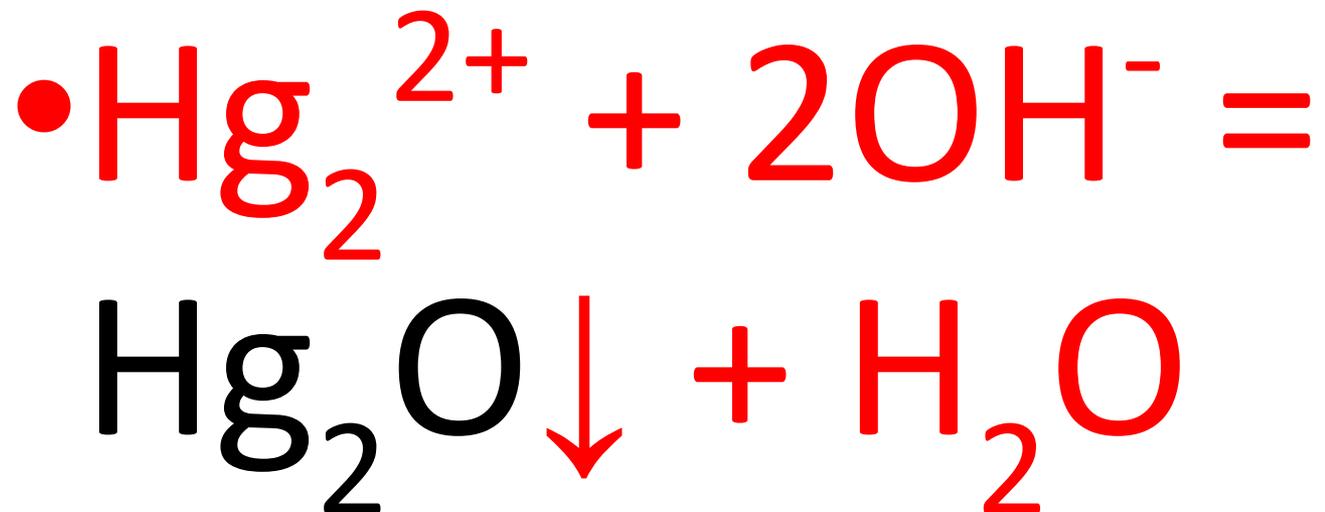
Реакция с сульфид-ионами



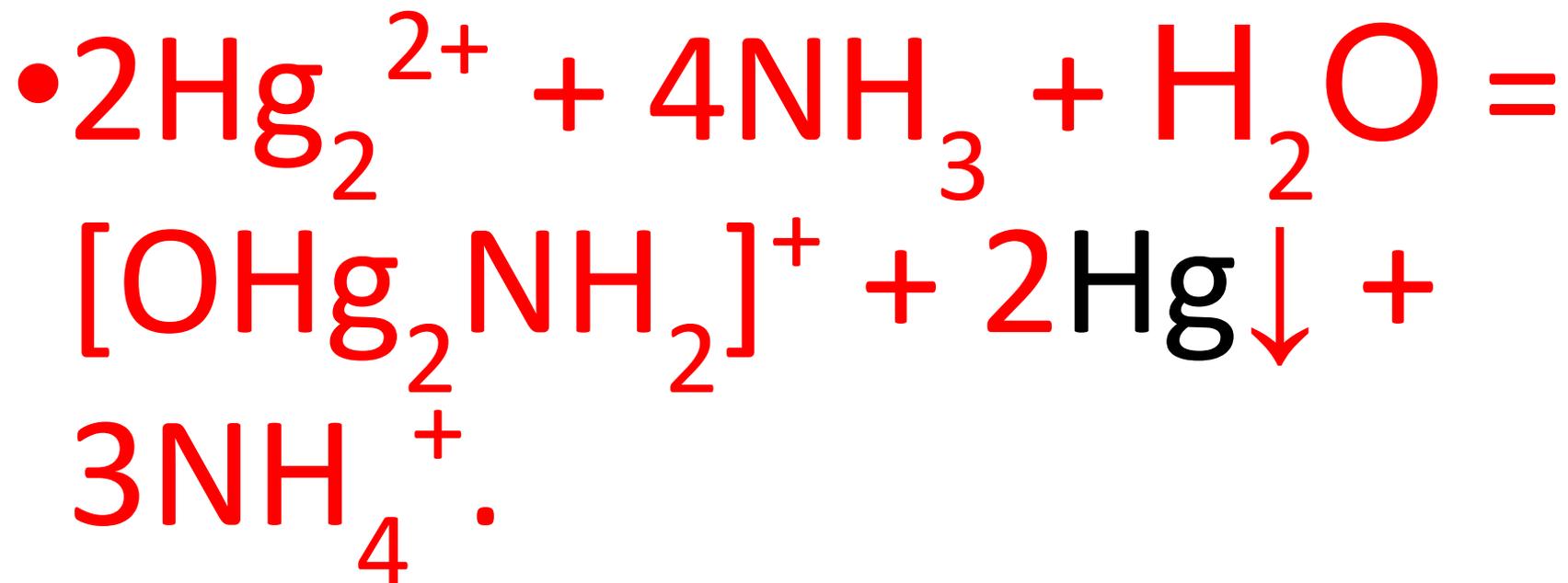
Реакции ионов



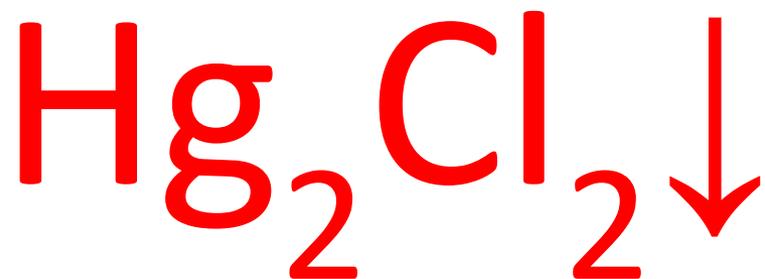
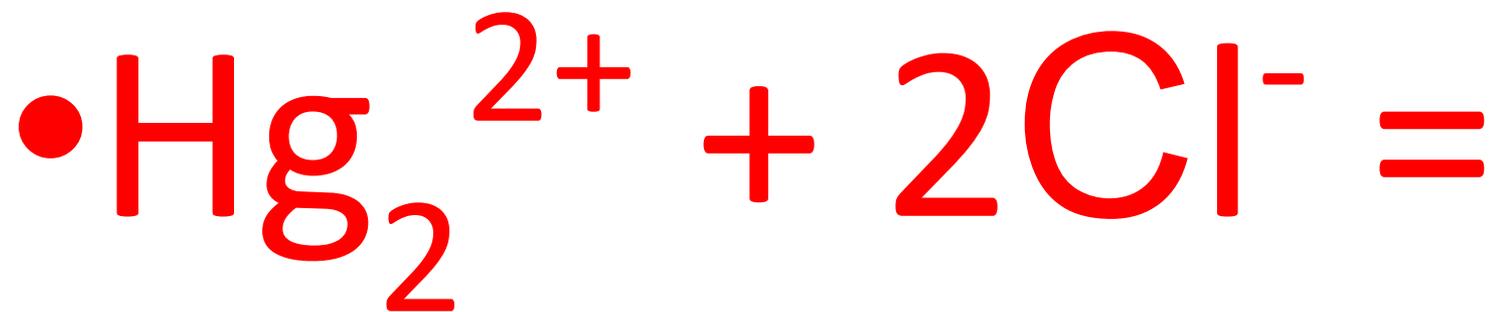
Действие щелочей



Водный раствор аммиака

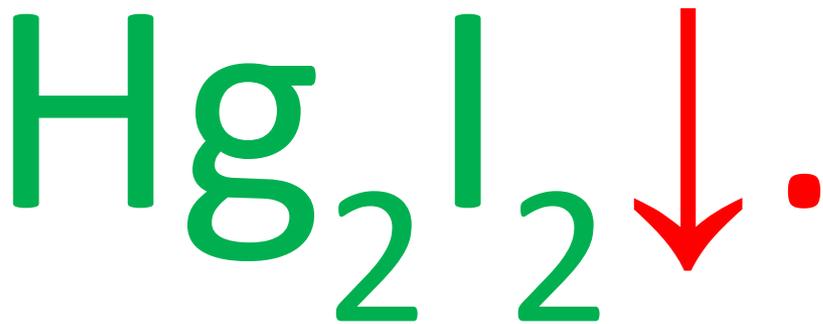
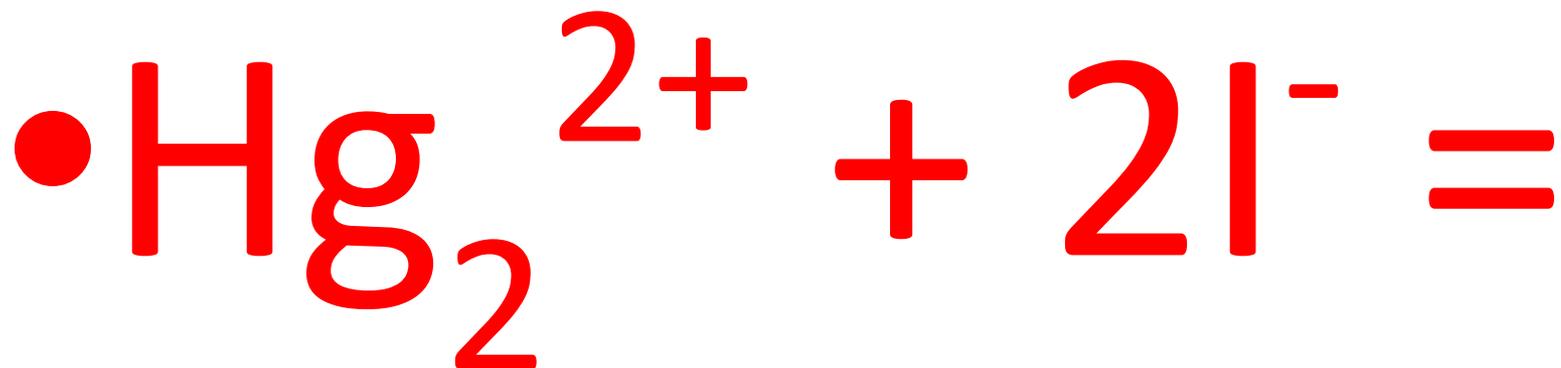


Растворимые хлориды

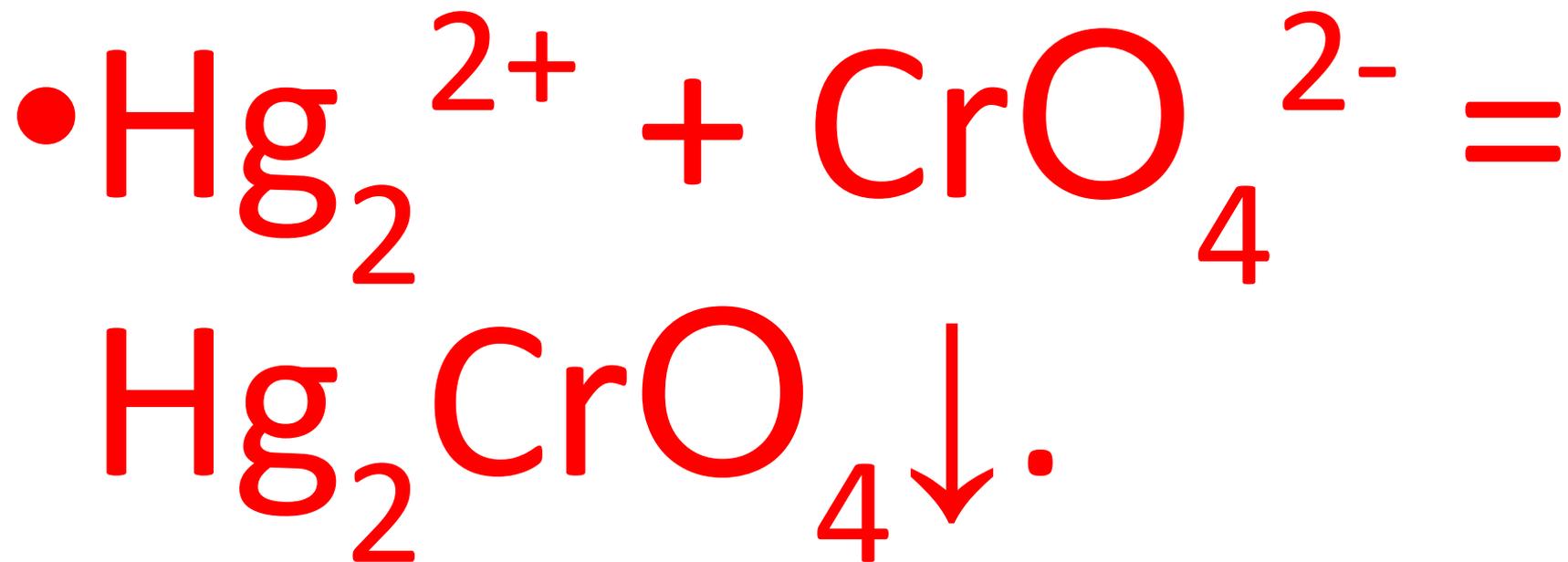


(каломель).

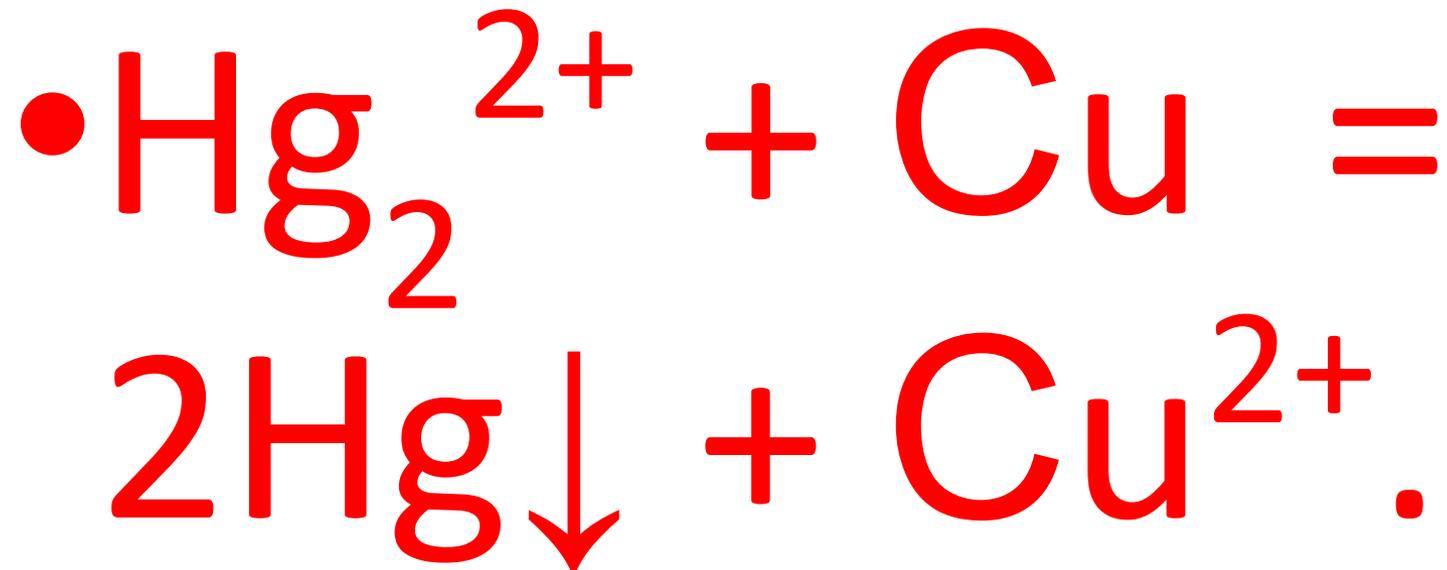
Растворимые иодиды



Хромат калия



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

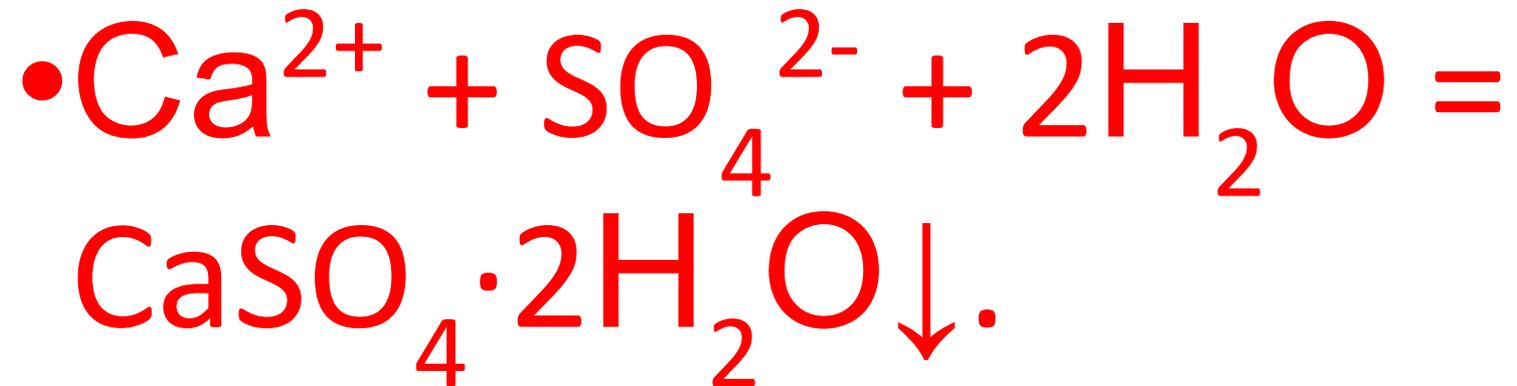


Третья
аналитическая
группа катионов
- Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ,

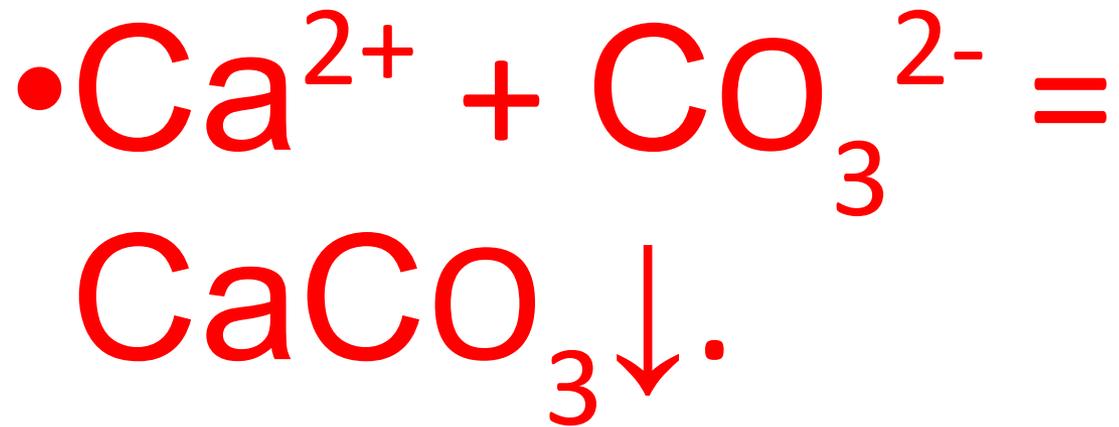
Реакции ионов



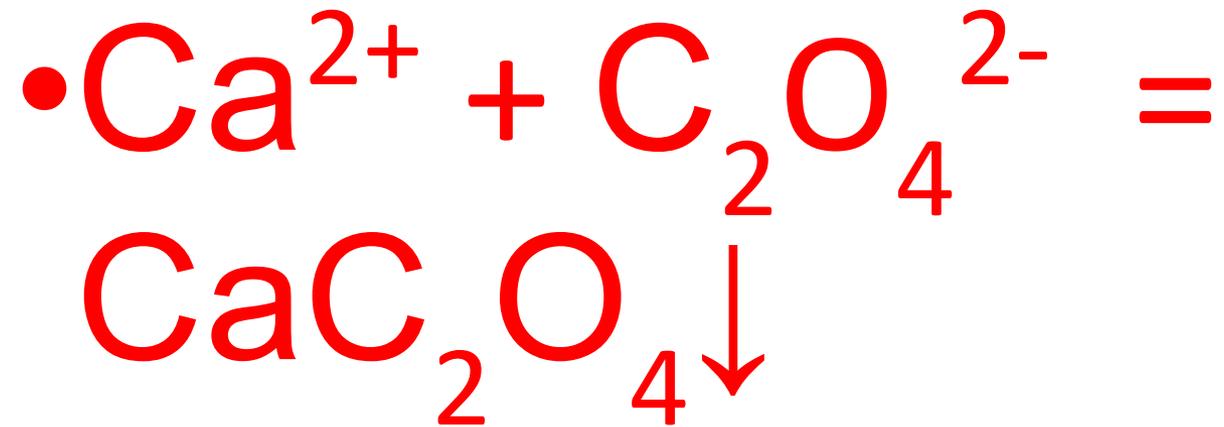
Серная кислота



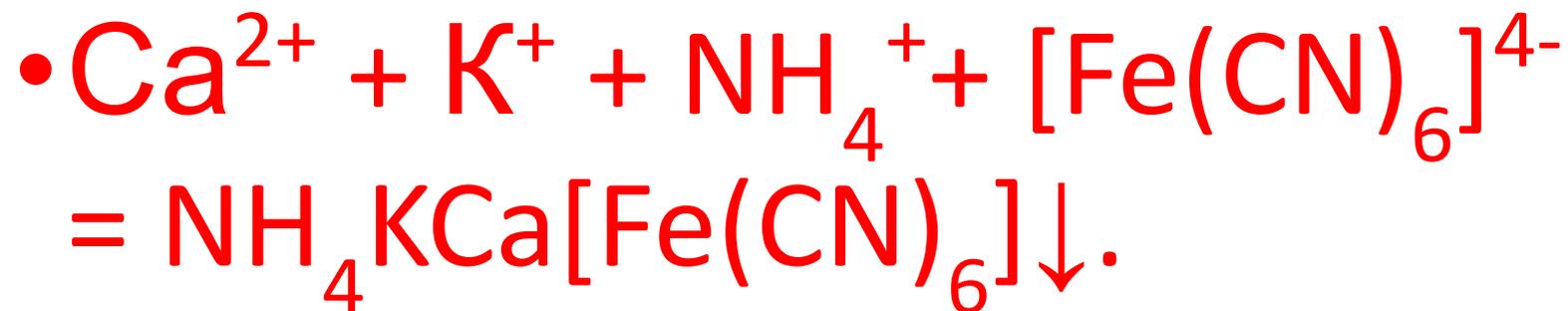
Карбонат аммония



Оксалат аммония



Гексацианоферрат (II) калия



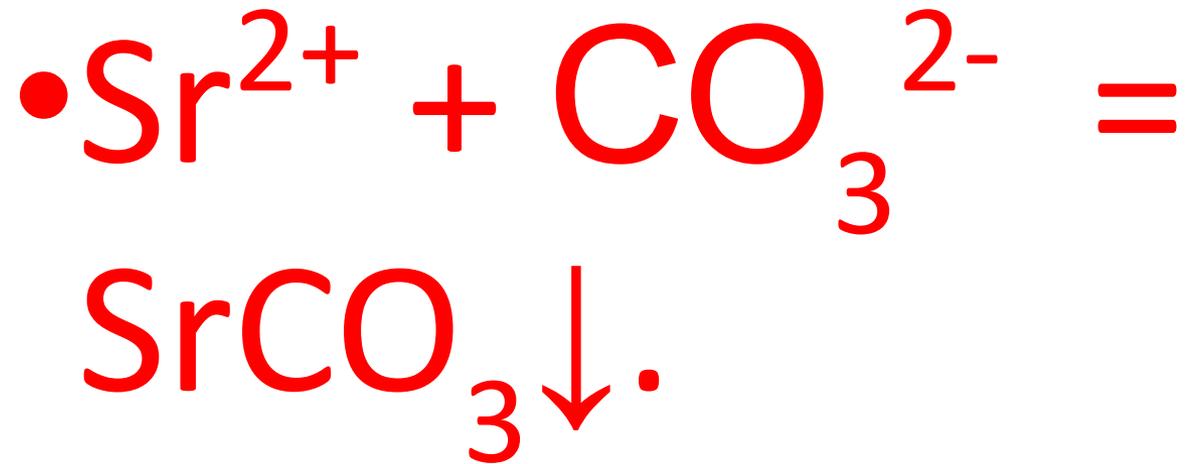
Реакции ионов



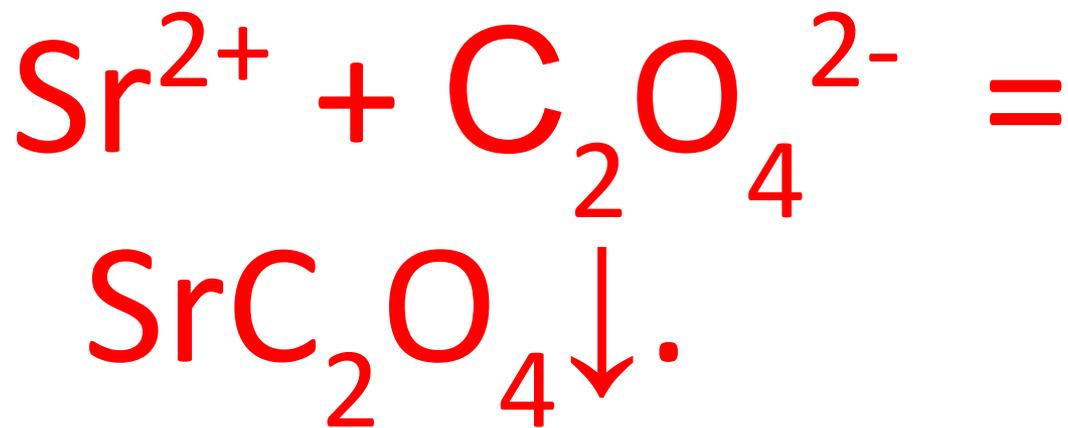
*Серная кислота, растворимые
сульфаты и гипсовая вода
(насыщенный водный раствор
сульфата кальция)*



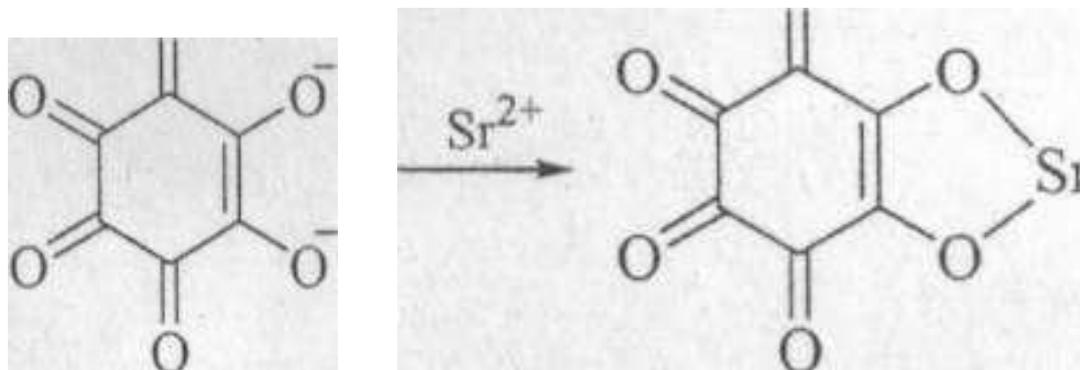
Карбонат аммония



Оксалат аммония



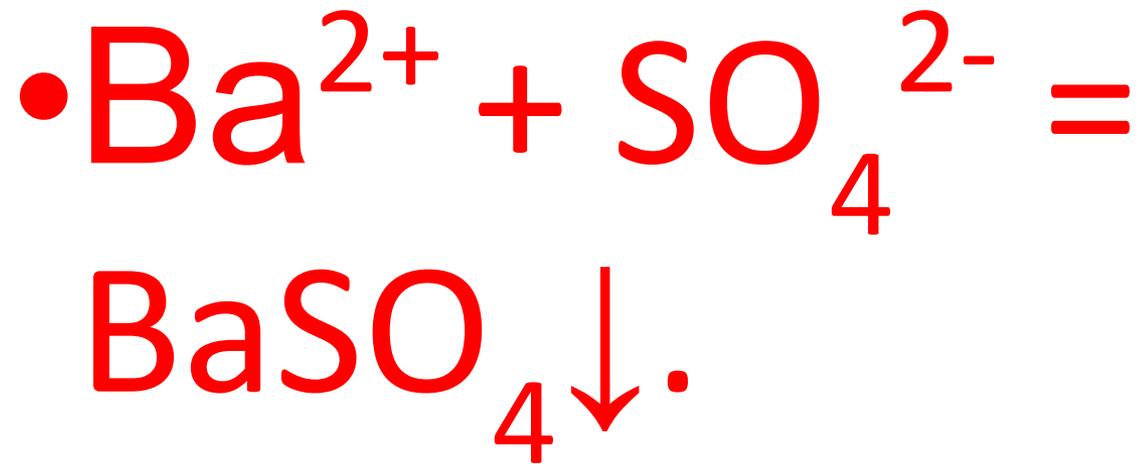
Родизонат стронция- соединение красно-бурого цвета



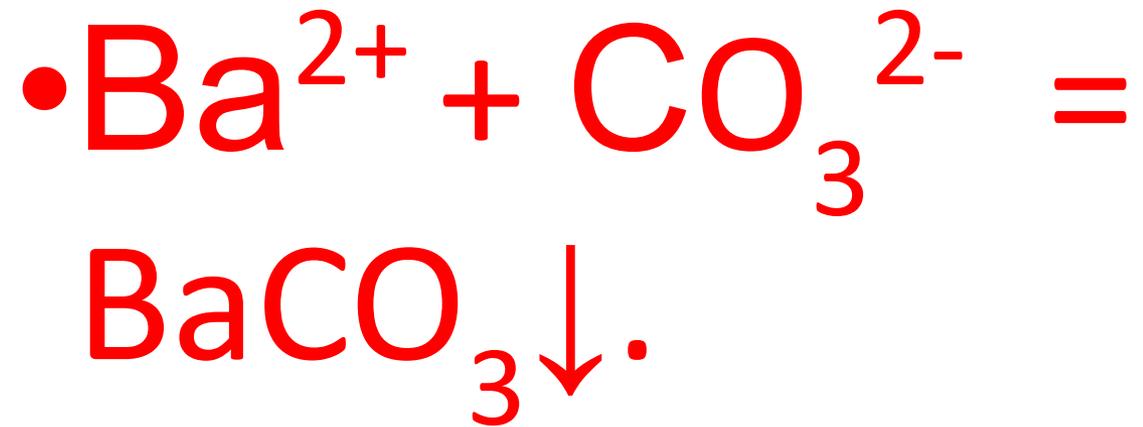
Реакции ионов



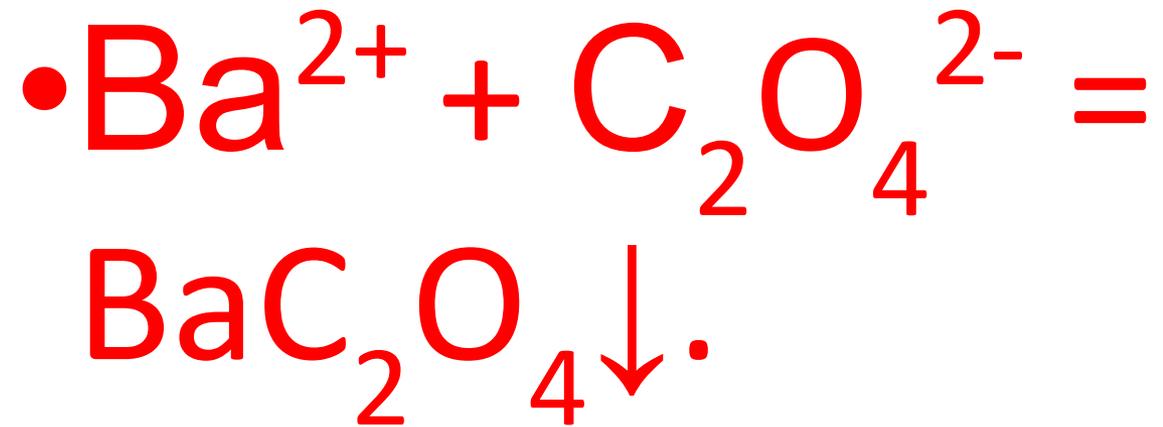
Серная кислота и растворимые сульфаты



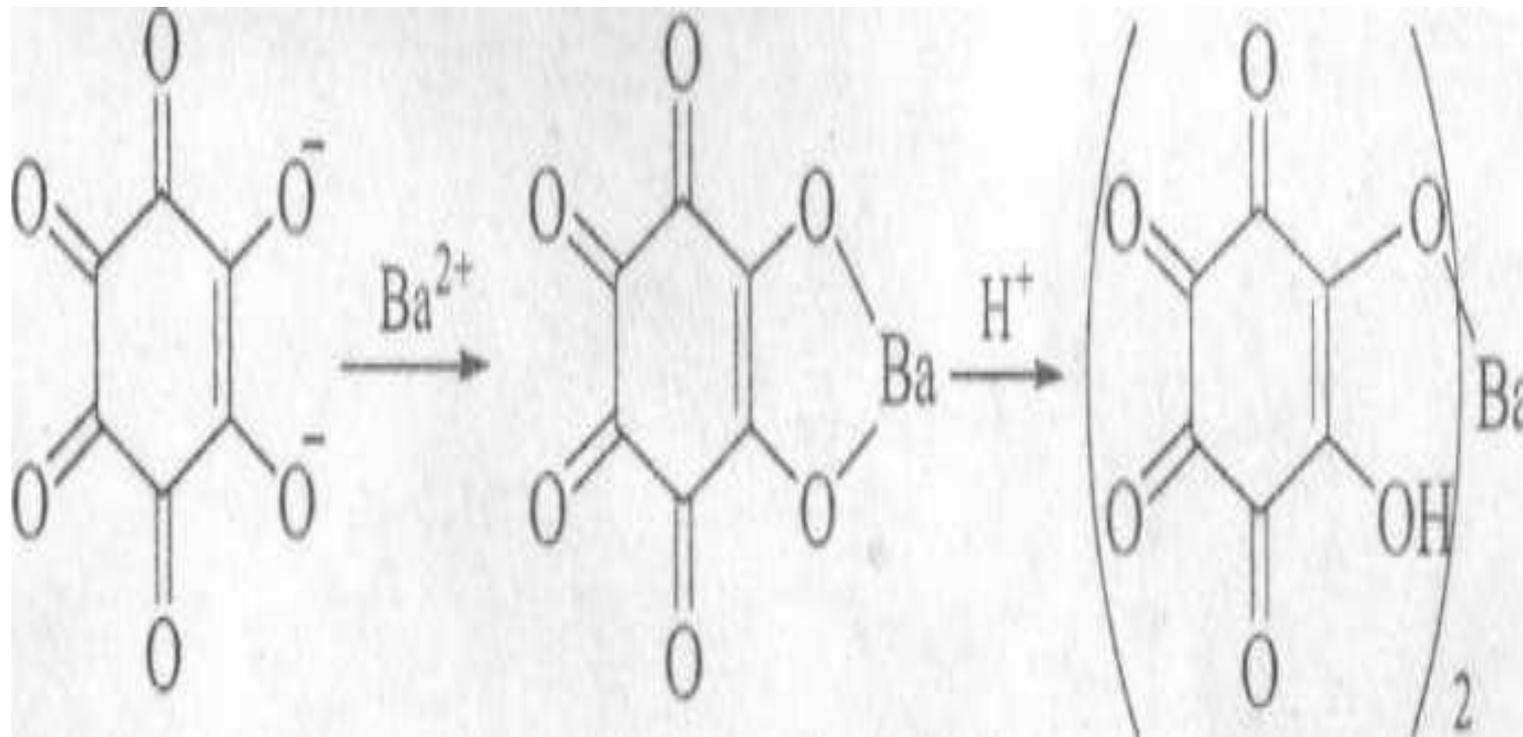
Карбонат аммония



Оксалат аммония



Родизонат бария-соединение красного цвета



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

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

Третья

аналитическая

группа катионов

СИСТЕМАТИЧЕС

КИЙ ХОД

АНАЛИЗА

ПЕРЕВОД ОСАДКОВ В РАСТВОРИМОЕ СОСТОЯНИЕ

- СУЛЬФАТЫ КАТИОНОВ III ГРУППЫ С CH_3COOH НЕ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ, ПОЭТОМУ ИХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРВРАЩАЮТ В КАРБОНАТЫ ОБРАБОТКОЙ ГОРЯЧИМ НАСЫЩЕННЫМ РАСТВОРОМ Na_2CO_3 , ЗАТЕМ ОБРАБАТЫВАЮТ CH_3COOH .

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАТИОНА БАРИЯ

- ОБНАРУЖИВАЮТ РЕАКЦИЙ С $K_2Cr_2O_7$
 CH_3COONa , ОСАЖДАЮТ С K_2CrO_4 ,
СТРОНЦИЙ И КАЛЬЦИЙ ОСАЖДАЮТ В
ВИДЕ КАРБОНАТОВ, ПОСЛЕ
ОТДЕЛЕНИЯ ОСАДКА ПРОВОДЯТ
ОБНАРУЖЕНИЕ ЭТИХ ИОНОВ

ОБНАРУЖЕНИЕ СТРОНЦИЯ И КАЛЬЦИЯ.

- РАЗДЕЛЕНИЕ ОСНОВАНИЕ
НА ТОМ, ЧТО В
НАСЫЩЕННОЙ РАСТВОРЕ
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]^{2-}$,
ОБРАЗУЕТ РАСТВОРИМЫЙ
КОМПЛЕКС, КАЛЬЦИЙ И
СТРОНЦИЙ
ОБНАРУЖИВАЮТ

**Анализ смеси
катионов
IV аналитической
группы**

**Общая
характеристики
а химических
свойств**

Катионы IV группы

- Al^{3+} , Cr^{3+} ,
 Zn^{2+} , Sn^{2+} ,
 Sn (IV) .

Основное свойство

- Амфотерность. В данном случае - это способность растворяться в щелочах с образованием

Гидроксокомплексы при избытке NaOH

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

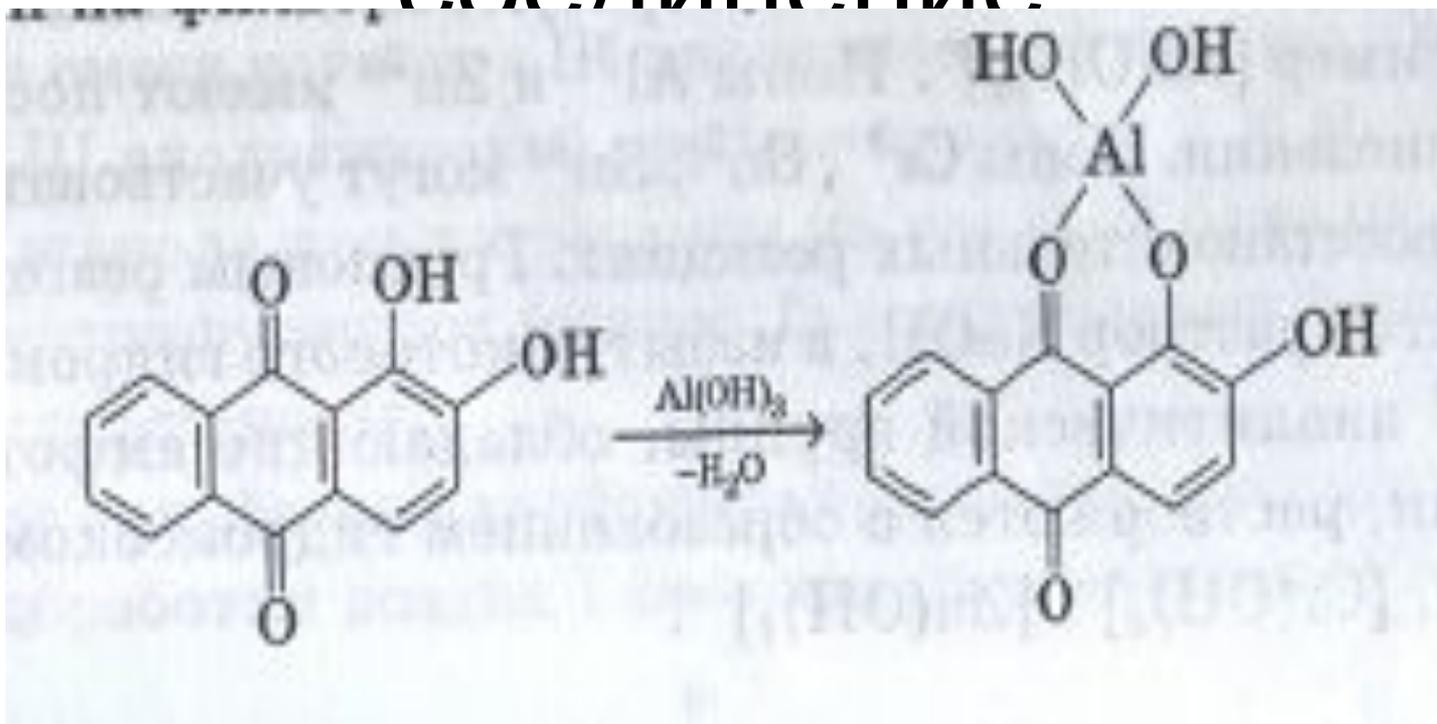
Катионы в водных растворах

- Обладают выраженными кислотными свойствами;
- Бесцветны, за исключением $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ - серо-зеленого цвета

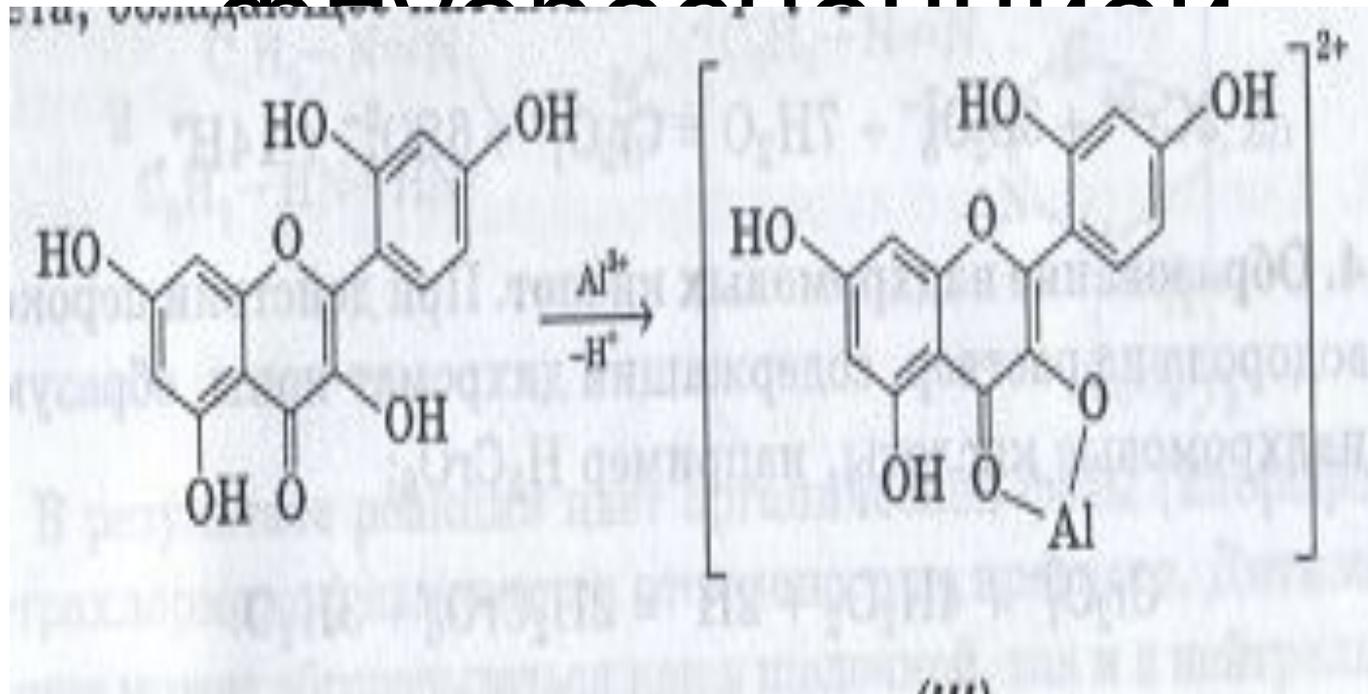
характеристика ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ



соединение превращается в
красное внутрикомплексное
соединение



Морин- комплекс зелёного цвета с флуоресценцией



характеристика ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ



АММИАКАТЫ ХРОМА

- ОРАНЖЕВОГО ЦВЕТА, $n=6$, ОДНАКО РЕАКЦИЯ ПРОТЕКАЕТ КРАЙНЕ МЕДЛЕННО



Окисление Cr(III) до Cr(VI)

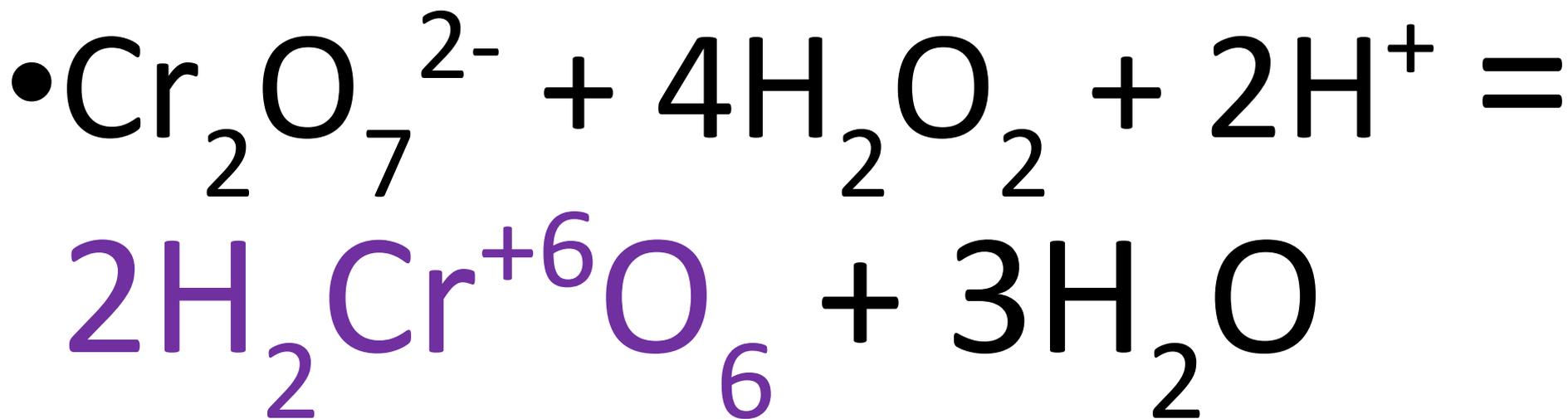
- Щелочная среда



- Кислая среда



Образование надхромовых кислот



ПОЯСНЕНИЕ

- НАДКИСЛОТЫ-
КИСЛОТЫ, В КОТОРЫХ
ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО
КИСЛОРОДОВ O^{2-}
ЗАМЕНЕН НА
ПЕРОКСИДНУЮ
ГРУППИРОВКУ O_2^{2-}

ЭКСТРАКЦИЯ надхромовых кислот

- Экстргент -
диэтиловый эфир,
этилацетат –
органическая фаза
синего цвета

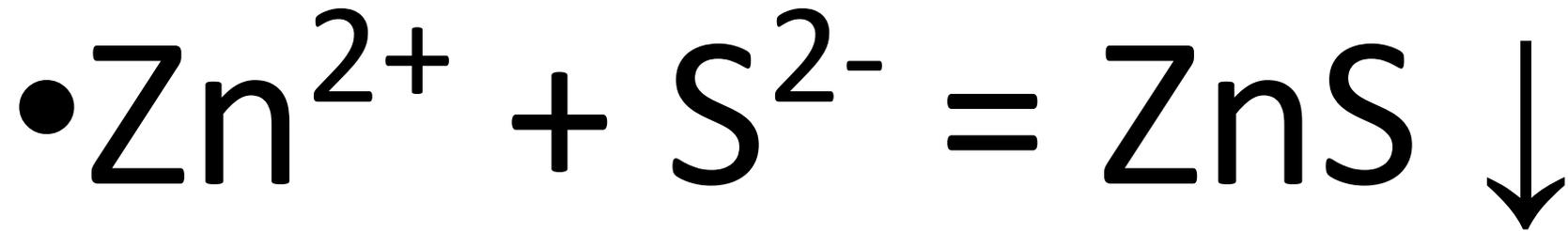
Общая
характеристика
ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ



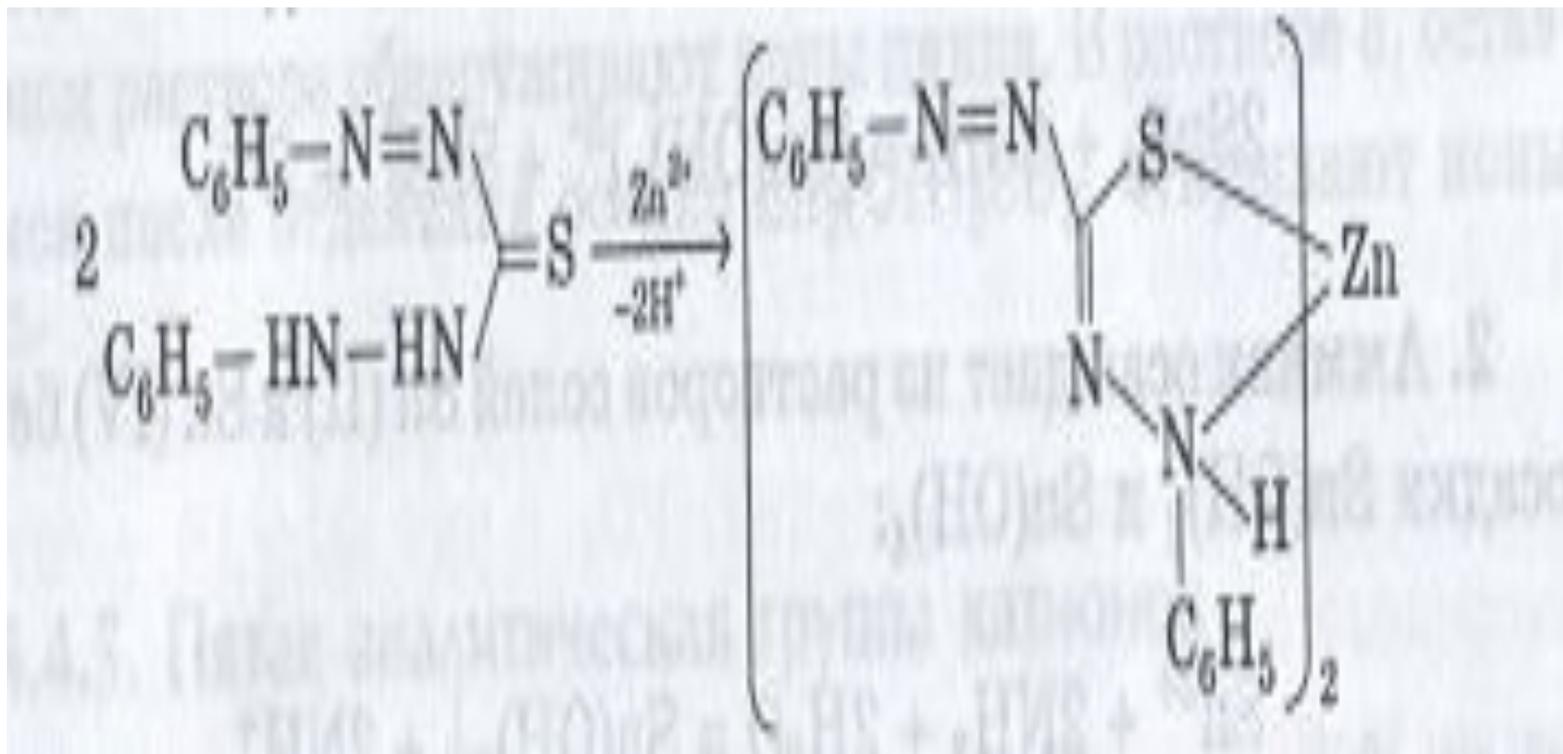
Действие щелочей и аммиака

- $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$
- $\text{Zn}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 4\text{NH}_3 = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$

Реакция с сульфидом натрия –
белый осадок



Реакция с дитизоном –
цвет изменяется от
зеленого до красного



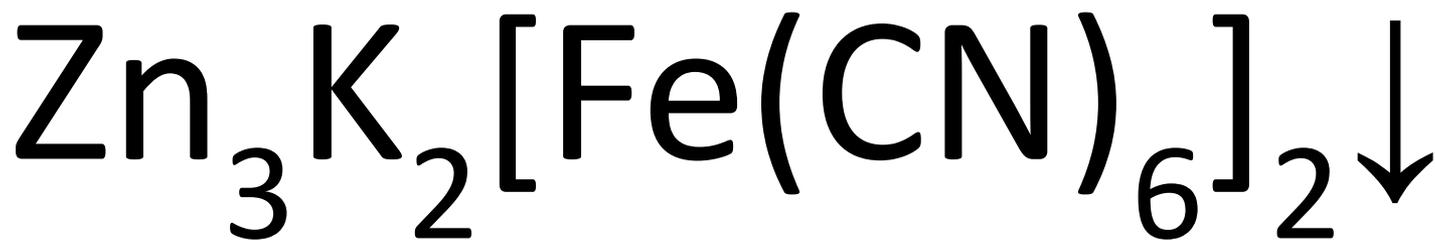
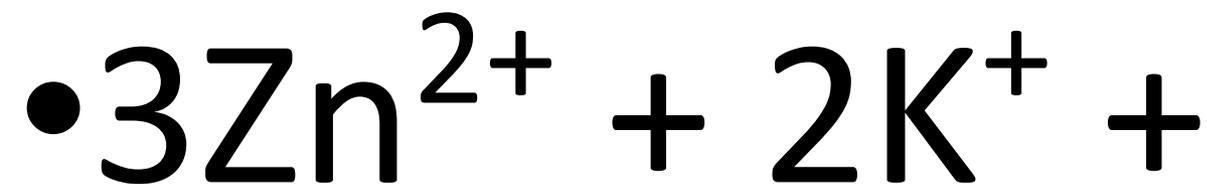
ОСОБЕННОСТИ

- В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ В КРАСНЫЙ ЦВЕТ ОКРАШЕНЫ ОБЕ ФАЗЫ

Гекса циано феррит калия

Гекса циано феррат (II) калия

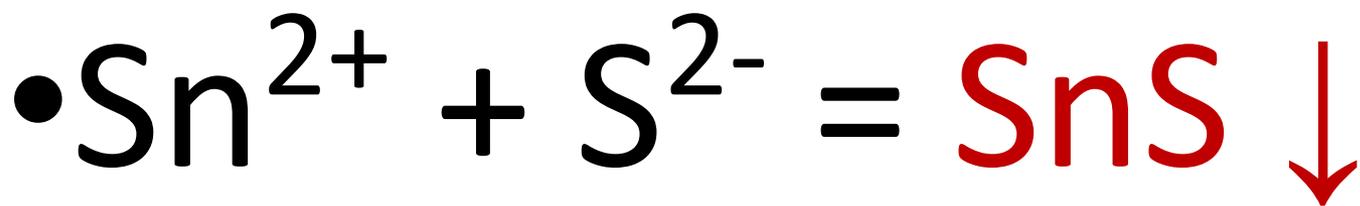
- ОСАДОК БЕЛОГО ЦВЕТА



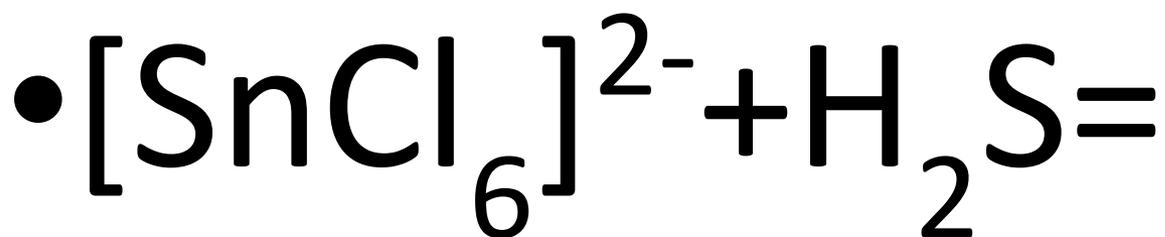
характеристика
ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

S_N^{2+} И $S_N(IV)$

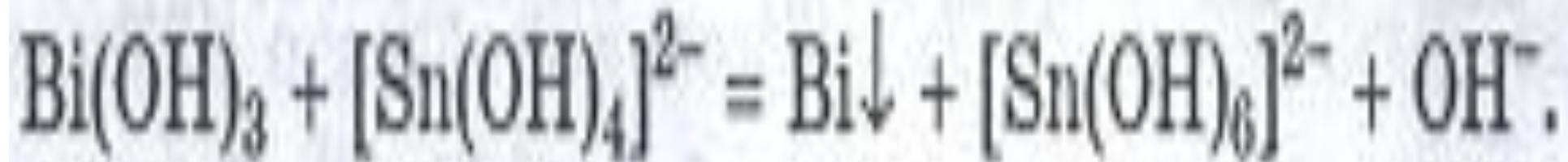
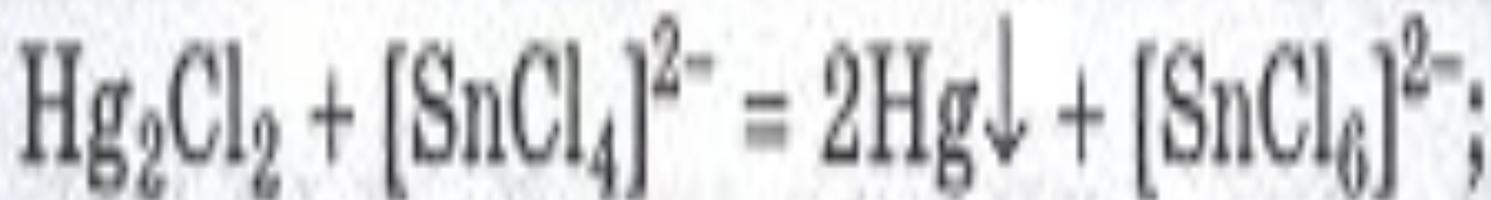
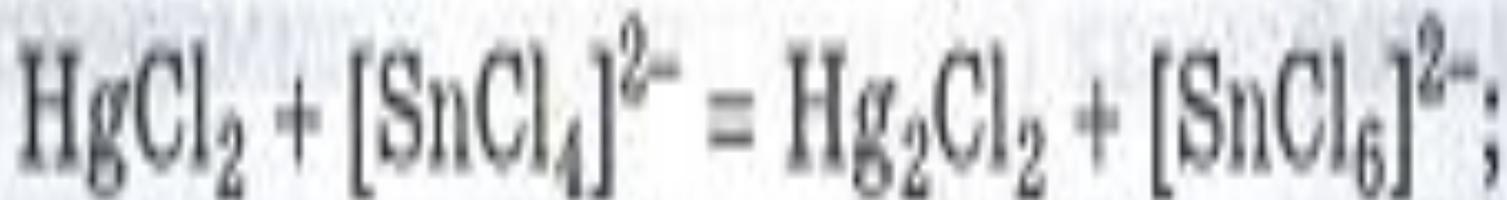
Реакции сульфид-ионов



(бурый)



Реакции окисления- восстановления



**Анализ смеси
катионов
IV аналитической
группы по
систематическому
анализу**

ОБНАРУЖЕНИЕ ХРОМА

- ЧЕРЕЗ ОКИСЛЕНИЕ H_2O_2 В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ.

ОБРАЗУЕТСЯ

ЖЕЛТЫЙ ХРОМАТ

ВЫДЕЛЕНИЕ Al^{+3} И Sn (IV) В ВИДЕ ГИДРОКСИДОВ

- ПЕРЕВОД В
ОСАДКИ
ГИДРОКСИДОВ
ПРИ ОБРАБОТКЕ
 NH_4Cl (КИСЛАЯ

РАСТВОРЕНИЕ ОСАДКОВ И АНАЛИЗ

РАСТВОРЯЮТ ОСАДКИ В 2 М

НСІ

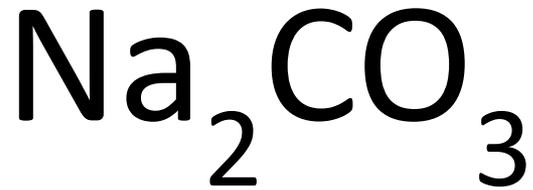
И

ОБНАРУЖИВАЮТ

ПЕРЕВОД ЦИНКА В ОСАДОК



• ОБРАБОТКА



ТЕМА СЛЕДУЮЩЕЙ ЛЕКЦИИ

- ХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ
ОБНАРУЖЕНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКИ
Х ВЕЩЕСТВ