

# Третья аналитическая группа катионов $Ba^{2+}$ $Sr^{2+}$ $Ca^{2+}$

Предмет «Аналитическая химия»

Специальность «Химическая технология и производство»

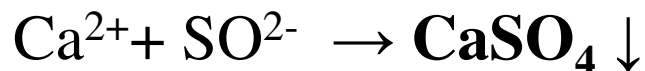
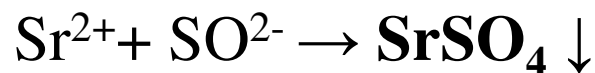
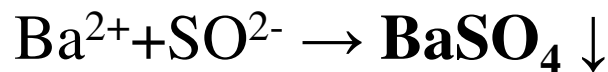
Курс 1

<b>№ группы</b>	<b>Катионы</b>	<b>Название группы</b>	<b>Групповой реагент</b>	<b>Характеристика группы</b>
<b>I</b>	$K^+, Na^+, NH_4^+$	Растворимая	Нет группового реагента	<b>Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворимы в воде</b>
<b>II</b>	$Ag^+, Pb^{2+}, [Hg_2^{2+}]$	Хлоридная	2M HCl	<b>Образование малорастворимых хлоридов</b>
<b>III</b>	$Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$	Сульфатная	2M $H_2SO_4$	<b>Образование малорастворимых в воде и кислотах сульфатов</b>
<b>IV</b>	$Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, Sn^{2+}, Sn^{4+}, As^{3+}, As^{5+}$	Амфолитная	2M NaOH	<b>Образование растворимых солей типа <math>NaAlO_2, Na_2ZnO_2, NaCrO_2, Na_2SnO_2</math></b>
<b>V</b>	$Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}, Bi^{3+}, Sb^{3+}, Sb^{5+}$	Гидроксидная	2M NaOH	<b>Образование малорастворимых гидроокисей</b>
<b>VI</b>	$Cu^{2+}, Cd^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Hg^{2+}$	Аммиакатная	2M $NH_4OH$ (избыток)	<b>Образование растворимых комплексов – аммиакатов</b>

- Групповой реактив  $\text{H}_2\text{SO}_4$  осаждает катионы III группы в виде сульфатов, нерастворимых в кислотах и щелочах.
- С анионами сильных кислот, кроме  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , катионы  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  дают растворимые соли (галогениды, нитраты, ацетаты).
- Сульфаты, карбонаты, фосфаты, хроматы и оксалаты этих катионов труднорастворимы в воде, растворимость этих соединений уменьшается с увеличением ионного радиуса катиона (от  $\text{Ca}^{2+}$  к  $\text{Ba}^{2+}$ )

Сульфат-ион с катионами  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  образует осадки, а с катионами других аналитических групп (в пределах определённых концентраций) осадка не даёт.

Разбавленная серная кислота – групповой реагент.



Наименее растворим сульфат бария, наиболее – сульфат бария, поэтому осадок  $\text{BaSO}_4$  выделяется моментально,  $\text{SrSO}_4$  спустя некоторое время,  $\text{CaSO}_4$  только из концентрированных растворов солей кальция.

С повышением температуры растворимость солей  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$  изменяется мало.

- Катионы  $Ba^+$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca_2^{2+}$  **бесцветны**, поэтому окраска их соединений определяется только окраской аниона.
- Соли этих катионов, образованные сильными кислотами, не гидролизуются.

# Частные аналитические реакции ионов $Ba^{2+}$

1. **Окрашивание пламени.** Летучие соли бария окрашивают бесцветное пламя в **жёлто-зелёный цвет.**
2. Разбавленная **серная кислота  $H_2SO_4$**  выделяет даже из очень разбавленных растворов осадок сульфата бария:



↓

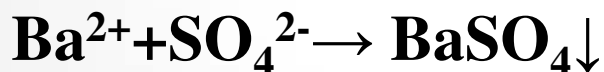
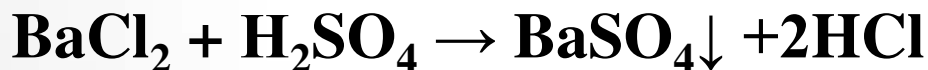
3. **Карбонат аммония  $(NH_4)_2CO_3$**  или другой растворимый карбонат с солями бария даёт белый осадок:



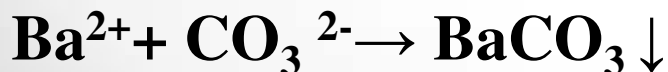
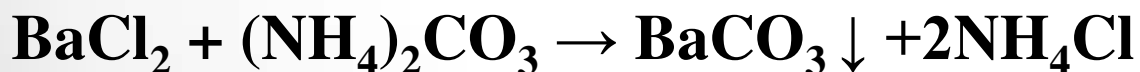
# Частные аналитические реакции ионов $Ba^{2+}$

1. **Окрашивание пламени.** Летучие соли бария окрашивают бесцветное пламя в **жёлто-зелёный цвет.**

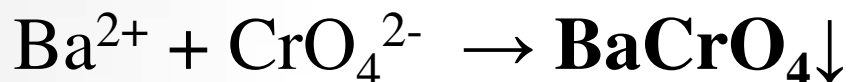
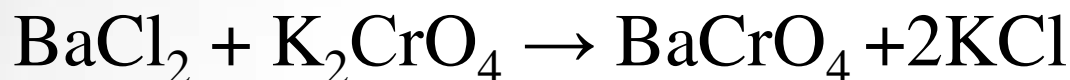
2. Разбавленная **серная кислота  $H_2SO_4$**  выделяет даже из очень разбавленных растворов осадок сульфата бария:



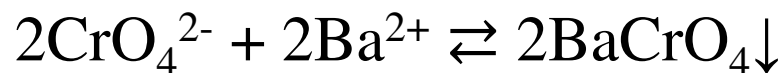
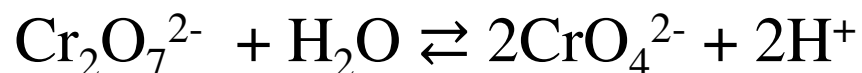
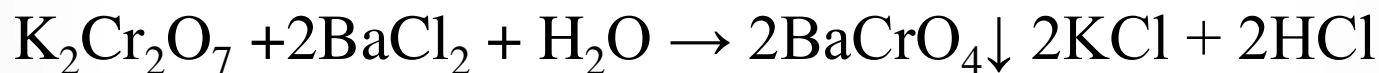
3. **Карбонат аммония  $(NH_4)_2CO_3$**  или другой растворимый карбонат с солями бария даёт белый осадок:



**4. Хромат калия  $K_2CrO_4$**  даёт с катионом  $Ba^{2+}$  жёлтый осадок хромата бария  $BaCrO_4$  нерастворимый в уксусной кислоте, но растворимый в сильных кислотах:



**5. Дихромат калия  $K_2Cr_2O_7$**  даёт с катионом бария также жёлтый осадок хромата бария:

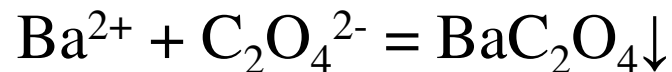
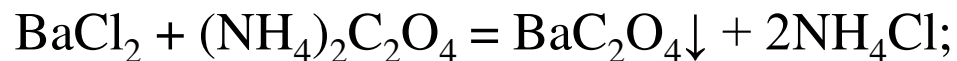


в осадок выпадает  $BaCrO_4$ , а не  $BaCr_2O_7$ , так как в растворе протекает взаимодействие ионов  $Cr_2O_7^{2-}$  с водой.



**6. Оксалат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$**  образует с солями бария осадок, растворимый в азотной и хлороводородной кислотах.

При кипячении осадок растворяется в уксусной кислоте:



# Частные аналитические реакции ионов $\text{Ca}^{2+}$

1. **Окрашивание пламени.** Летучие соли кальция окрашивают бесцветное пламя в **кирпично-красный** цвет.

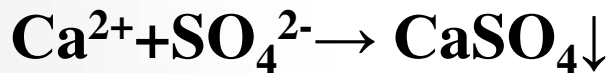
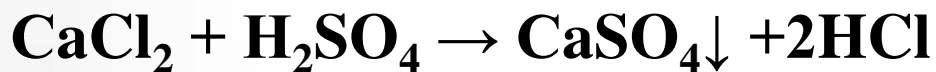
2. Разбавленная **серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  образует с ионом кальция белый осадок:



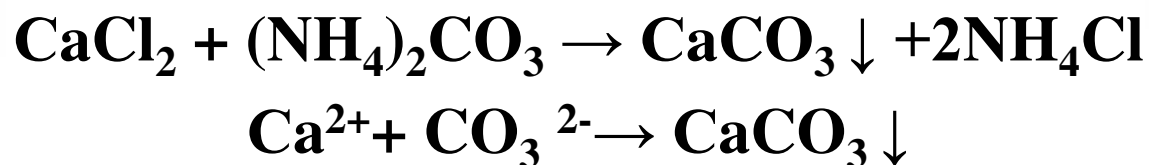
# Частные аналитические реакции ионов $\text{Ca}^{2+}$

1. **Окрашивание пламени.** Летучие соли кальция окрашивают бесцветное пламя в **кирпично-красный** цвет.

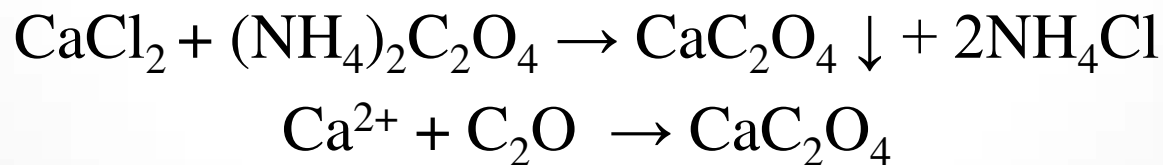
2. Разбавленная **серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$**  образует с ионом кальция белый осадок:



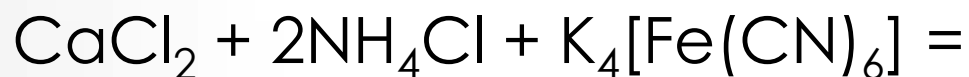
**3. Карбонат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$**  осаждает карбонат кальция в виде осадка белого цвета:



**4. Оксалат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$**  (и другие растворимые соли щавелевой кислоты) образует с катионом  $\text{Ca}^{2+}$  белый кристаллический осадок:

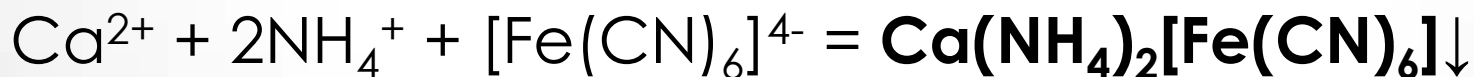
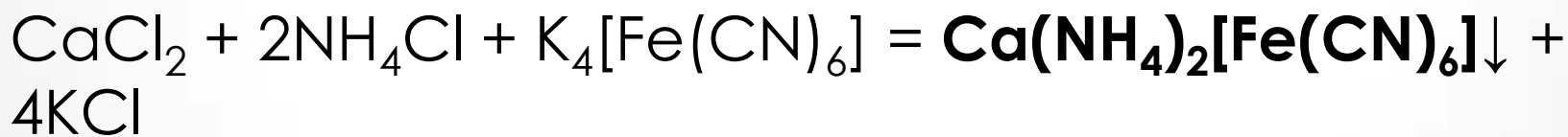


5. **Гексацианоферрат (II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$**  (желтая кровяная соль) с солями кальция в присутствии солей аммония и гидроксида аммония образуется белый кристаллический осадок гексацианоферрата (II) кальция:



Осадок не растворяется в уксусной кислоте.

5. **Гексацианоферрат (II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$**  (желтая кровавая соль) с солями кальция в присутствии солей аммония и гидроксида аммония образуется белый кристаллический осадок гексацианоферрата (II) кальция:



Осадок не растворяется в уксусной кислоте.

# Частные аналитические реакции ионов $\text{Sr}^{2+}$

- **1. Окрашивание пламени.** Соли стронция окрашивают бесцветное пламя в **карминово-красный** цвет.
- **2. Гипсовая вода** (насыщенный раствор гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) с катионами  $\text{Sr}^{2+}$  образует осадок (муть)  $\text{SrSO}_4$ :
- $\text{Sr}^{2+} + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{SrSO}_4 \downarrow + \text{Ca}^{2+}$ .
- Появление мути  $\text{SrSO}_4$  объясняется малой концентрацией ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  в гипсовой воде за счет незначительной растворимости  $\text{CaSO}_4$ .

- **Родизонат натрия  $\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$**  с ионами  $\text{Sr}^{2+}$  в нейтральной среде дает **красно-бурый** осадок  $\text{SrC}_6\text{O}_6$ , растворимый в  $\text{HCl}$ :

