



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Лабораторная работа
Качественные реакции II группы катионов
(Ba²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺)



Лабораторная работа Качественные реакции II группы катионов (Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+})

Цель: Провести общие и частные аналитические реакции катионов второй группы.

Задачи: а) изучить реакции, необходимые для обнаружения катионов второй аналитической группы по сульфидной классификации; б) ознакомиться с техникой проведения анализа раствора, в котором содержатся катионы второй аналитической группы; в) научиться проводить качественные реакции на определение катионов бария и кальция в водных растворах их солей.

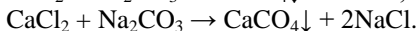
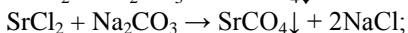
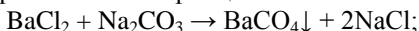
Материалы и оборудование: водные растворы солей катионов бария и кальция; 0,1 н. растворы Na_2CO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, серной кислоты, растворы дихромата калия, оксалата аммония; гексацианоферрат (II) калия; дисцилированная вода; спиртовки; предметные стекла; пробирки для полумикроанализа; микроскоп; центрифуга.

Общая характеристика группы

Гидроксиды бария, кальция, стронция являются основаниями средней силы, и их растворимые соли, образованные сильными кислотами, гидролизу не подвергаются, за исключением солей кальция, которые частично гидролизуются.

Хорошо растворимыми солями этих катионов являются хлориды, нитраты, ацетаты. Карбонаты, сульфаты, хроматы, оксалаты и фосфаты – труднорастворимые.

Групповым реактивом на катионы второй группы (по сульфидной классификации) является соли Na_2CO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. С катионами кальция, бария, стронция она образует белые кристаллические осадки карбонатов. Эти осадки практически нерастворимы в воде, в щелочах и кислотах. так, $\text{P}_{\text{CaCO}_3} = 5 \cdot 10^{-9}$. Для проведения опыта берут три пробирки и в одну из них добавляют соль бария, в другую – соль кальция, в третью – соль стронция.



В каждую из пробирок добавляют 1–2 капли Na_2CO_3 – и образуются соответствующие нерастворимые в воде карбонаты. Однако аммония карбонат подвержен гидролизу и также частично разлагается, а это препятствует полному осаждению катионов. Кроме того, под действием аммония карбоната частично осаждается ион магния, что затрудняет проведение реакций и требует добавления в раствор аммония хлорида, в котором магний карбонат растворяется.

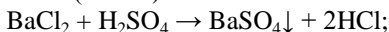
Реакции обнаружения катионов второй группы

1. Реакции осаждения ионов Ba^{2+}

а) Взаимодействие ионов бария с раствором серной кислоты. В раствор, содержащий ионы Ba^{2+} , добавьте 0,1 М раствор серной кислоты. Наблюдайте выпадение белого мелкокристаллического осадка сульфата бария BaSO_4 . Изучите раствори-



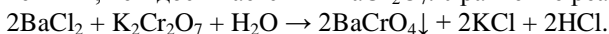
мость BaSO_4 в воде, в разбавленных растворах минеральных кислот (HCl , HNO_3) и щелочей (NaOH).



б) К 2–3 каплям испытуемого раствора добавляют 3–4 капли дихромата калия и 3–5 капель ацетата натрия. Если ионы бария присутствуют, образуется желтый кристаллический осадок. Если ионы бария обнаружены, их следует удалить, т. к. ионы бария мешают открытию ионов кальция, стронция. Дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ образует с ионами бария и стронция осадки – хроматы бария BaCrO_4 , стронция SrCrO_4 желтого цвета. Причиной того, что выпадает не бихромат, а хромат бария, например, является следующее: в растворе $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ наряду с ионами $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ образуются и ионы CrO_4^{2-} :



Концентрация ионов CrO_4^{2-} достаточна для того, чтобы PPBaCrO_4 оказалась превышенным, чем достигается $\text{PPBaCr}_2\text{O}_7$. Уравнение реакции в общем виде:



Желтый осадок хромата бария растворим в минеральных кислотах (HCl , HNO_3), но нерастворим в уксусной кислоте.

Проделывают опыт осаждения иона бария дихроматом калия с 2–3 каплями раствора соли бария, добавляя к нему 1–2 капли дихромата. Затем проверяют нерастворимость в уксусной кислоте и растворимость в минеральных кислотах. Так как осадок растворим в сильных кислотах, и при образовании же осадка образуется сильная кислота (см. уравнение реакции), то для полного осаждения нужно замесить сильную соляную кислоту уксусной. Для этого добавляют в раствор ацетат натрия. $\text{HCl} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$.

Уравнение реакции осаждения дихроматом калия в этом случае будет следующим:



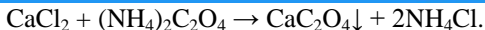
Второй катион этой группы – ион Ca^{2+} – осадка с дихроматом не дает, в чем необходимо убедиться на опыте, и поэтому *реакция с дихроматом калия является для нее не только реакцией, используемой для обнаружения иона бария, но и применяется для отделения ионов бария от ионов кальция.*

в) С гипсовой водой ионы бария реагируют с образованием белого мелкокристаллического осадка карбоната бария BaCO_3 . Его свойства практически неотличимы от свойств карбоната кальция. Поэтому эту реакцию проводят редко.

г) Летучие соединения бария окрашивают бесцветное пламя в желто-зеленый цвет, однако эту реакцию редко применяют для обнаружения Ba^{2+} .

2. Реакции обнаружения иона Ca^{2+}

а) Оксалат аммония – $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ с ионами кальция образует белый кристаллический осадок оксалата кальция:



Осадок не растворяется в уксусной кислоте, но растворяется в минеральных кислотах (HCl , HNO_3). Ионы бария, стронция дают с оксалатом аммония тоже белый кристаллический осадок, растворимый не только в минеральных кислотах, но и уксусной кислоте. Из этого следует, что обнаружить ион кальция с помощью оксалат-иона можно лишь в отсутствии ионов бария.

Продельывают опыты образования оксалатов кальция, бария, стронция, взяв по 2–3 капли солей кальция, бария, стронция и добавляя к ним по 1–2 капли солей оксалата аммония. Убеждаются в нерастворимости оксалата кальция в уксусной кислоте и растворимости оксалата бария и стронция в ней. Проверяют растворимость оксалатов кальция, бария и стронция в минеральных кислотах.

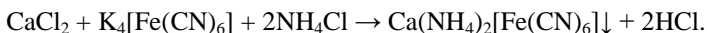
б). Микрорентгенографическая реакция.

Помещают на предметное стекло каплю раствора соли кальция и добавляют к ней каплю 2 н. раствора серной кислоты. Упаривают до появления каемки. После охлаждения рассматривают под микроскопом кристаллы в виде игл или пучков игл (рис. 21). Образование кристаллов сульфата кальция представлено следующим уравнением реакции: $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\downarrow + 2\text{HCl}$.



Рис. 21. – Кристаллы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

в) Кроме отмеченных выше общеполитических реакций, при помощи которых производится обнаружение катионов кальция из растворов его солей, эти катионы в отличие от катионов бария и стронция в присутствии NH_4^+ -ионов при нагревании образуют белый, кристаллический осадок с гексацианоферратом (II) калия. Для этого к раствору, содержащему катионы кальция, приливают небольшое количества растворов $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и NH_4Cl , затем нагревают до кипения. Через несколько минут из раствора выпадает осадок двойной соли гексацианоферрата (II) кальция-аммония:



В уксусной кислоте этот осадок не растворяется. Однако указанная реакция недостаточно чувствительна; кроме того, катионы бария при высокой их концентрации с гексацианоферратом (II) калия также образуют аналогичный осадок. Все катионы остальных аналитических групп (за исключением первой) также образуют осадки с этим реактивом.



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб.пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб.пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.– М.:ООО«Издательство Астрель»,2004.–383с
5. Ким, А.М. Органическая химия: Учеб.пособие/ А. М. Ким. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 971 с.
6. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смарыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
7. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
8. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
9. ХИМИЯ. Неорганическая химия:Учебно-методический комплекс: О. В. Поддубная, И.В. Ковалева. – Горки: БГСХА, 2010. – 169 с.
10. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
11. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб.пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.

Дополнительная:

1. Алешин, В.А. Практикум по неорганической химии/ В.А. Алешин[и др.] –М.: Издат. Центр “академия”, 2004. – 384 с.
2. Волков А.И.Метод молекулярных орбиталей: Учеб.пособие / А.И. Волков. – Минск : Новое знание, 2006. – 133 с.
3. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб.пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
4. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
5. Жарский, И. М.Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб.пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
6. Зайцев, О. С. Исследовательский практикум по общей химия: Учеб.пособие. / О. С. Зайцев. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 480 с.
7. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков и др. 6-е изд.,стер. М.: Высш. шк., 2007. – 560с.
- 8.Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
- 9.Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
10. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Составители

Поддубная Ольга Владимировна

Ковалева Ирина Владимировна

Мохова Елена Владимировна