



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



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

**Лабораторная работа
Задача на смесь
катионов II аналитической группы.**



Лабораторная работа Качественные реакции 2-й 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 2-й аналитической группы по сульфидной классификации; б) ознакомиться с техникой проведения анализа раствора, в котором содержатся катионы 2-й 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 $(NH_4)_2CO_3$, серной кислоты, растворы дихромата калия, оксалата аммония; гексацианоферрат (II) калия; дисциплированная вода; спиртовки; предметные стекла; пробирки для полумикроанализа; микроскоп; центрифуга.

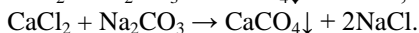
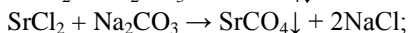
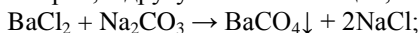
Общая характеристика группы

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 2-й группы (по сульфидной классификации) являются соли Na_2CO_3 и $(NH_4)_2CO_3$. С катионами кальция, бария, стронция они образуют белые кристаллические осадки карбонатов. Эти осадки практически нерастворимы в воде, в щелочах и кислотах. Так, $PP_{CaCO_3} = 5 \cdot 10^{-9}$.

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

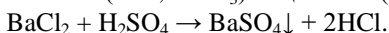


частично осаждается ион магния, что затрудняет проведение реакций и требует добавления в раствор аммония хлорида, в котором магний карбонат растворяется.

Реакции обнаружения катионов 2-й группы

Осаждение ионов Ba^{2+} .

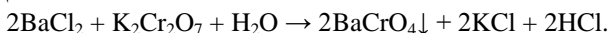
1. *Взаимодействие ионов бария с раствором серной кислоты.* В раствор, содержащий ионы Ba^{2+} , добавляют 0,1 М раствор серной кислоты. Происходит выпадение белого мелкокристаллического осадка сульфата бария BaSO_4 . Изучите растворимость BaSO_4 в воде, в разбавленных растворах минеральных кислот (HCl , HNO_3) и щелочей (NaOH):



2. 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. При обнаружении ионов бария их следует удалить, так как они 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 значение $\text{PP}_{\text{BaCrO}_4}$ оказалось превышенным, чем достигается $\text{PP}_{\text{BaCr}_2\text{O}_7}$. Уравнение реакции имеет вид



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

Продельвают 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 осадка образуется сильная кислота (см. уравнение реакции), то для полного осаждения нужно заменить 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:





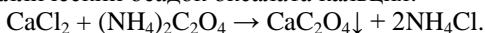
Второй катион этой группы – ион Ca^{2+} – осадка с дихроматом не дает, в чем необходимо убедиться на опыте, и поэтому *реакция с дихроматом калия не только является для нее реакцией, используемой для обнаружения иона бария, но и применяется для отделения ионов бария от ионов кальция.*

3. 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.

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

Обнаружение ионов Ca^{2+} .

1. 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 в уксусной кислоте. Из этого следует, что обнаружить ион кальция с помощью оксалат-иона можно лишь в отсутствии ионов бария.

Продельвают 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.

2. Микроскопическая 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.). Образование кристаллов сульфата кальция представлено следующим уравнением реакции: $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\downarrow + 2\text{HCl}$.



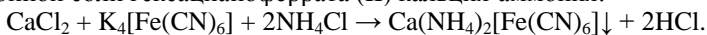
Рис. Кристаллы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



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



3. 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 количество 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.



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



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. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.– М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. 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.
9. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Выш. шк., 2003. – 96 с.
3. 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.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.



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



2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.

Составители

Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна