

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Естественные и математические науки»

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ГАЛОГЕНИД-ИОНОВ (Cl^- , Br^- , I^-)

Методические указания для выполнения лабораторных работ, для студентов
направлений: ХМТН.

Энгельс 2024г.

Лабораторная работа

АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ГАЛОГЕНИД-ИОНОВ (Cl^- , Br^- , I^-)

Цель работы: изучить общие и частные качественные реакции галогенид-ионов; научиться проводить анализ смеси галогенид-ионов.

Галогенид-ионы осаждаются ионом Ag^+ в азотнокислом растворе, так как образуемые ими соли серебра нерастворимы в разбавленной HNO_3 . Нитрат серебра дает с хлорид-ионом белый творожистый осадок, с йодид- и бромид-ионами желтоватый творожистый осадок. Как трудно растворимая соль сильной кислоты AgCl не растворяется в кислотах, однако она легко растворяется при действии веществ, способных связать ион Ag^+ в комплексы, например, NH_4OH , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KCN . В случае гидроксида аммония реакция идет по уравнению:



В отличие от AgCl ($\text{ПР} = 1,56 \cdot 10^{-10}$), AgI имеет гораздо меньшую величину произведения растворимости ($\text{ПР} = 1,5 \cdot 10^{-16}$), поэтому практически нерастворим в аммиаке. AgBr ($\text{ПР} = 7,7 \cdot 10^{-13}$) растворяется в аммиаке в незначительной степени. Но и эту незначительную растворимость легко понизить до ничтожной величины, если употребить в качестве реактива раствор карбоната аммония (12%-ный), представляющий собой вследствие гидролиза аммонийную буферную смесь с pH 9,2

Экспериментальная часть

Обнаружение хлорид-ионов

ОПЫТ 1. Образование малорастворимого хлорида серебра.

Приборы и реактивы: конические пробирки, спиртовка, центрифуга, NaCl – р-р, HNO_3 – разбавленный р-р, AgNO_3 , NH_4OH .

Возьмите в коническую пробирку 3-4 капли раствора хлорида натрия, подкислите 1-2 каплями разбавленной азотной кислоты и добавляйте по каплям раствор нитрата серебра.

Получив осадок, отцентрифугируйте его, центрифугат слейте, а к осадку добавляйте по каплям разбавленный раствор аммиака. В растворе образуется диаминоаргентум-ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, который после добавления азотной кислоты вновь дает осадок AgCl .

Обнаружение бромид-иона

ОПЫТ 2. Образование малорастворимого бромида серебра.

Реактивы: KBr , HNO_3 (разб), AgNO_3 р-р.

Возьмите в коническую пробирку 3-4 капли раствора бромида калия, подкислите 1-2 каплями разбавленной азотной кислоты и добавьте по каплям раствор нитрата серебра.

Получив осадок, отцентрифугируйте его, центрифугат слейте, а к осадку добавьте 5-7 капель аммонийной буферной смеси с pH 9,2. Содержимое пробирки взболтайте и снова отцентрифугируйте. К центрифугату прилейте 1-2 капли разбавленной азотной кислоты. Что наблюдается? Сделайте вывод о растворимости осадков AgCl и AgBr в аммиаке и солях аммония.

Обнаружение йодид-иона

ОПЫТ 3. Образование малорастворимого йодида серебра.

Реактивы: KI , AgNO_3 .

В коническую пробирку возьмите 3-4 капли раствора йодида калия и добавьте по каплям раствор нитрата серебра. Изучайте осадок.

ОПЫТ 4. Действие нитрита калия или натрия.

Реактивы: бензин, крахмал, 1%-ный раствор, KI , KNO_2 , H_2SO_4 .

Нитрит калия или натрия (ион NO_2^-) в присутствии H_2SO_4 или HCl окисляет ионы I^- . Образующийся при реакции I_2 выпадает в виде темно-серого осадка или окрашивает раствор в бурый цвет. Открыть его можно при помощи бензина или крахмала. Эта реакция может быть использована для обнаружения йодид-ионов в присутствии ионов Cl^- , Br^- , которые при этом не окисляются.

Анализ галогенид-ионов (Cl^- , Br^- , I^-)

ОПЫТ 5. Обнаружение хлорид, бромид и йодид-ионов при совместном присутствии.

Составьте испытуемый раствор. В пробирку возьмите 1 каплю йодида калия, 5 капель хлорида калия (натрия), 10 капель бромида калия, добавьте 10 капель воды.

5.1. Обнаружение бромид- и йодид-ионов.

К 2-3 каплям анализируемого раствора в отдельной пробирке прибавьте 2-3 капли 2н раствора H_2SO_4 и несколько капель бензина и добавляйте хлорную воду по 1 капле, каждый раз хорошо взбалтывая содержимое пробирки. При этом сначала окисляются ионы I^- , которые являются более сильными восстановителями, чем ионы Br^- и органическое кольцо окрашивается в красно-фиолетовый цвет. При дальнейшем прибавлении хлорной воды окраска исчезает вследствие окисления I_2 в йодноватую кислоту HIO_3 .

В присутствии Br^- вслед за исчезновением малиновой окраски I_2 появляется оранжево-желтая окраска Br_2 , которая сменяется желтой окраской BrCl . Составьте уравнение происходящих реакций.

5.2. Осаждение ионов Cl^- , Br^- , I^- .

К 3-4 каплям исследуемого раствора прибавьте несколько капель раствора AgNO_3 и 2-3 капли 2н раствора HNO_3 и нагрейте.

Отцентрифугировав осадок и не сливая центрифугат с осадка, проверьте центрифугат в отдельной пробе на полноту осаждения. Если проба мутнеет, добавьте к центрифугату дополнительно 2–3 капли раствора AgNO_3 и вновь центрифугируйте. Затем, слив центрифугат (1), промойте осадок на центрифуге несколько раз сначала разбавленной азотной кислотой, а потом водой (осадок 1). (AgCl , AgBr , AgI).

5.3. Растворение AgCl и открытие иона Cl^- .

Промытый осадок (1) энергично взболтайте с 20–30 каплями 10–15%-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ в течение 1–2 минут. При этом AgCl практически полностью переходит в раствор в виде $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$ (центрифугат 2), тогда как AgBr и AgI остаются в осадке (осадок 2 – AgBr , AgI).

К пробе из нескольких капель центрифугата (2) добавьте столько же раствора азотной кислоты. В присутствии Cl^- вновь образуется AgCl .

Сделайте вывод об открытии галогенид-ионов при совместном присутствии в растворе. Запишите необходимые уравнения реакций.

Вопросы для самопроверки

1. Объяснить закономерность в изменении окислительных свойств галогенов на основании строения электронных оболочек их атомов.
 2. Написать схему равновесия в растворе хлорной воды. В каком направлении сместится данное равновесие при добавлении: а) щелочи; б) иодида калия?
 3. Могут ли сосуществовать в растворе следующие пары веществ:
4. Определите, какие из реакций возможны:
5. Дописать уравнения и расставить коэффициенты методом электронного баланса:
- а) $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - б) $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} +$
 - ... в) $\text{KI} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \dots$
 - г) $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
 - д) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - е) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}^- + \dots$
6. Указать способы получения галогеноводородов.
 7. Как взаимодействуют галогеноводороды с концентрированной серной кислотой?
 8. Как открыть Cl^- в присутствии Br^- ?
 9. Как открыть Br^- в присутствии Cl^- и I^- ?
 10. Как открыть I^- в присутствии Br^- ?

11. Как открыть Br^- и I^- в присутствии Cl^- ?

Литература

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.С. Ахметов. М.: Высшая школа, 2008. 446 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие / Н.Л. Глинка. М.: ХИМПРЕСС, 2010. — 752 с. ISBN 978-5-406-00549-1
3. Практикум по общей и неорганической химии: Пособие для студентов вузов/ В.И. Фролов, Т.М. Курохтина, З.Н. Дымова и др. М.: Дрофа, 2002. — 304 с. ISBN 5-7107-4293-7
4. Степин Б.Д. Неорганическая химия: учебник/ Б.Д. Степин, А.А. Цветков М.: Высш.шк., 1994 — 608 с.: ил. — ISBN 5-06-001740-0
5. Лидин Р.А. Справочник по общей и неорганической химии/ Р.А. Лидин — М.: Просвещение: Учеб. лит., 1997. — 256 с.: ил. — ISBN 5-09-007182-9.
6. <http://techn.sstu.ru/Biblioteka/>