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 2026 г.

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, $Na_2S_2O_3$, KCN. В случае гидроксида аммония реакция идет по уравнению:

$$AgCl + 2NH_4OH = [Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^- + 2H_2O$$

В отличие от AgCl (ПР = $1{,}56 \cdot 10^{-10}$), AgI имеет гораздо меньшую величину произведения растворимости (ПР = $1{,}5 \cdot 10^{-16}$), поэтому практически нерастворим в аммиаке. AgBr (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 $[Ag(NH_3)_2]^+$, 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 иодида серебра.

Реактивы: KI, $AgNO_3$.

В коническую пробирку возьмите 3-4 капли раствора иодида 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 присутствие 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 $(NH_4)_2CO_3$ в течение 1–2 минут. При этом AgCl практически полностью переходит в раствор в виде $[Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^-$ (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) $KI + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$

б) $MnO_2 + KClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl +$

… в) $KI + HNO_3 \rightarrow NO + \ldots$

г) $KI + KIO_3 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + \ldots$

д) $Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow$

е) $Ca(ClO_2)_2 + H_2O_2 \rightarrow Cl^- + \ldots$

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.: КНОРУС, 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/