



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



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум**

**Лабораторная работа  
Хром и его соединения**



## Лабораторная работа Хром и его соединения

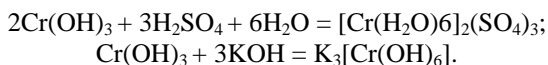
**Цель работы:** получить и изучить свойства хрома и его наиболее распространенные соединения.

**Оборудование и материалы:** концентрированные растворы соляной и азотной кислот; металлический хром, кристаллический дихромат аммония; растворы карбоната калия, хромата и дихромата калия, разбавленного гидроксида натрия, хлорида бария, бромной воды,  $\text{CrCl}_3$ , серной кислоты, йодида калия, сульфита натрия, сульфата железа (II); универсальная индикаторная бумага, стеклянная трубка, фарфоровая чашка, пробирки, микрошпатель.

**Порядок выполнения работы.** Хром – это металл средней активности ( $\varphi^\circ = -0,74 \text{ В}$ ). Он взаимодействует с кислотами-неокислителями, но пассивируется в концентрированных кислотах-окислителях: азотной, серной, хлорной и хлорноватой. Характерными степенями окисления хрома в соединениях являются +2, +3 и +6, но наиболее всего распространены и устойчивы соединения хрома (+3).

Оксид и гидроксид хрома (II) проявляют основные свойства и являются сильными восстановителями. Соединения хрома (III) – самые устойчивые и многочисленные. Оксид и гидроксид хрома (III) амфотерны. С кислотами и растворами щелочей оксид хрома (III) практически не взаимодействует, но при сплавлении с карбонатом калия и щелочами образует хромиты.

Свежеприготовленный гидроксид хрома (III) легко растворяется и в растворах кислот, и в растворах щелочей с образованием аквакомплексных и гидроксокомплексных солей, например:



В степени окисления +6 хром образует соединения, свойственные неметаллам: это хромовый ангидрид  $\text{CrO}_3$ , хромовая  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  и двуххромовая  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  кислота и соли этих кислот. Они известны своими окислительными свойствами, которые особенно заметны в кислой среде:



**Опыт 1. Взаимодействие хрома с кислотами.** В две пробирки поместить по 6–8 капель концентрированных растворов соляной и азотной кислот, в каждую опустить по кусочку металлического хрома. Наблюдать выделение в первой пробирке газа и появление синей окраски, характерной для иона



$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ . Наблюдается ли взаимодействие хрома с азотной кислотой? Вылить азотную кислоту из пробирки, промыть металл водой и добавить соляную или серную разбавленную кислоту. Наблюдается ли реакция в этом случае?

Описать опыт. Написать уравнение реакции хрома с соляной кислотой. Объяснить, какое действие оказывает азотная кислота на хром.

**Опыт 2. Соединения хрома (III).** *Получение и свойства оксида хрома (III).* В фарфоровую чашку поместить горькой кристаллический дихромат аммония. Зажженной спичкой прикоснуться к его поверхности. Что наблюдается в ходе реакции? Описать порядок протекания реакции. Написать схему реакции, учитывая, что продуктами разложения является оксид хрома (III), свободный азот и вода. Уравнять реакцию методом электронного баланса. Каков тип этой реакции? Какое природное явление в уменьшенном масштабе она напоминает? Какой цвет имеет полученный оксид? Проверить действие на оксид кислоты и щелочи.

Небольшую часть полученного оксида хрома (III) поместить в фарфоровый тигель, добавить равный объем карбоната калия и сплавить смесь. Охладить продукт сплавления, растворить его в воде. Отметить цвет раствора. Написать уравнение взаимодействия оксида хрома (III) с карбонатом калия с образованием хромита калия. Отметить инертность  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в растворах кислот и щелочей. Сделать вывод о свойствах оксида.

*Получение и свойства гидроксида хрома (III).* Получить в пробирке гидроксид хрома (III), добавляя к раствору его соли раствор разбавленного гидроксида натрия (осторожно, по каплям). Половину полученного осадка перенести в другую пробирку. На оставшийся в первой пробирке осадок подействовать соляной кислотой, на содержимое второй пробирки – тем же раствором NaOH. Отметить цвет образовавшихся растворов. В отчете написать уравнения реакций получения гидроксида хрома (III), его взаимодействия с соляной кислотой и щелочью, учитывая, что и в том, и в другом случае образуются комплексные соли: хлорид гексааквахрома (III) и гексагидрохромат (III) натрия. Сделать вывод о кислотно-основных свойствах гидроксида хрома (III).

*Гидролиз солей хрома (III).* Одну каплю раствора соли хрома (III) поместить на кусочек универсальной индикаторной бумажки. Определить pH раствора. Написать уравнение гидролиза в молекулярной и ионной форме. Объяснить влияние нагревания раствора на смещение равновесия гидролиза.

*Восстановительные свойства солей хрома (III).* В пробирке получить гексагидрохромат (III) калия (см. опыт 2). К раствору прилить 2–3 капли



бромной воды, пробирку слегка подогреть. Наблюдать изменение окраски раствора.

В отчете написать уравнение окисления  $\text{CrCl}_3$  в щелочной среде бромной водой, учитывая, что появление желтой окраски свидетельствует об образовании хромата. Уравнять реакцию методом полуреакций.

**Опыт 3. Соединения хрома (VI).** *Получение малорастворимых хроматов.* В двух пробирках к 5 каплям растворов хромата и дихромата калия добавить по 2–3 капли раствора хлорида бария. Отметить различия в окраске полученных осадков. Наблюдать за изменениями, происходящими в пробирке с дихроматом.

В отчете написать уравнения реакций в молекулярном и ионном виде, учитывая, что при взаимодействии хлорида бария с хроматами и дихроматами щелочных металлов образуется одно и то же вещество – хромат бария. Объяснить явление с учетом процессов, происходящих в растворе с дихроматом калия.

*Смещение равновесия между хроматами и дихроматами.* В пробирку поместить 2–3 капли раствора хромата калия, прибавить несколько капель раствора серной кислоты. Отметить изменение цвета раствора. Сюда же добавить несколько капель раствора щелочи. Раствор приобретает первоначальную окраску. Опыт повторить два-три раза. Описать опыт. Написать уравнения взаимных переходов хроматов в дихроматы. Сформулировать вывод о влиянии среды на существование растворимых хроматов и дихроматов.

*Окислительные свойства соединений хрома (VI).* В три пробирки внести по 4–5 капель раствора дихромата калия, добавить 3–4 капли серной кислоты. В первую пробирку прилить несколько капель раствора йодида калия, во вторую добавить один микрошпатель сульфита натрия и пробирку слегка подогреть, в третью пробирку внести один микрошпатель сульфата железа (II). Наблюдать изменение окраски растворов. Описать опыт. Написать уравнения реакций, коэффициенты перед веществами найти методом полуреакций.



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