



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 на альдегиды и кетоны



Лабораторная работа Получение и свойства оксосоединений

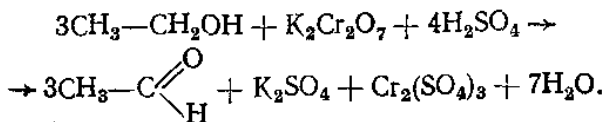
Цель работы: изучить основные способы получения и химические свойства оксосоединений.

Альдегидами и кетонами называются производные углеводов, содержащие карбонильную группу, или оксогруппу >C=O . В альдегидах, как правило, карбонильная группа связана одной из своих свободных валентностей с атомом водорода, другой – с каким-либо углеводородным радикалом. Все альдегиды содержат группу $-\text{CONH}_2$, называемую альдегидной. В кетонах карбонильная группа двумя своими валентностями соединена с какими-либо углеводородными радикалами. Альдегиды и кетоны бывают насыщенными, ненасыщенными и ароматическими. Получают альдегиды и кетоны чаще всего окислением и дегидрированием спиртов, омылением диалогензамещенных, гидратацией ацетиленовых углеводов по реакции М. Г. Кучерова, при сухой перегонке кальциевых солей карбоновых кислот и оксосинтезом. Наличие карбонильной группы обуславливает высокую реакционную активность альдегидов и кетонов и определяет их способность к многочисленным и разнообразным реакциям.

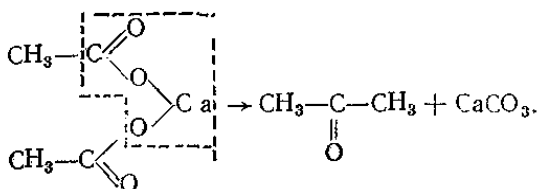
Реактивы и материалы: метиловый спирт, этиловый спирт, 40%-й раствор муравьиного альдегида (формалин), уксусный альдегид, изовалериановый альдегид, сегнетова соль, ацетон, солянокислый фенилгидразин, ацетат натрия, нитропруссид натрия, бензойный альдегид, хинон.

Опыт 1. Получение муравьиного альдегида окислением метилового спирта. В пробирку, к которой заранее подобрана пробка, наливают 2–3 см³ метилового спирта. Изготавливают медную спираль, нагревают ее докрасна в пламени горелки, затем быстро опускают в пробирку со спиртом и сразу же закрывают пробирку пробкой (неплотно). Происходит восстановление оксида меди до металлической меди и окисление метилового спирта в муравьиный альдегид. Эту операцию повторяют два-три раза. Муравьиный альдегид можно легко обнаружить по характерному резкому запаху или с помощью фуксинсернистой кислоты. Взяв вместо метилового этиловый спирт, в аналогичных условиях получают уксусный альдегид.

Опыт 2. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта. В пробирку к 3–4 см³ хромовой смеси прибавляют 1 см³ этилового спирта и бросают «кипелки» для равномерного кипения. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой под прямым углом газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с водой, куда отгоняется образовавшийся уксусный альдегид. Его узнают по характерному запаху и появлению окраски при добавлении фуксинсернистой кислоты:

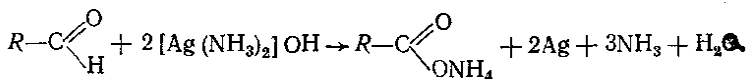


Опыт 3. Получение ацетона. Ацетон получают сухой перегонкой ацетата кальция по схеме:

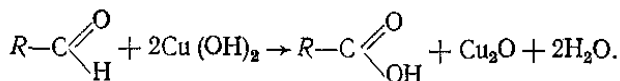


В сухую пробирку помещают 4-5 г безводного ацетата кальция. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, укрепляют ее в зажиме штатива в слегка наклонном в сторону пробки положении. В другую пробирку (приемник) наливают 4-5 см³ холодной дистиллированной воды и опускают туда газоотводную трубку. Приемник охлаждают водой со льдом. Сначала осторожно обогривают пламенем горелки всю пробирку, а затем нагревают смесь до красного каления, начиная со дна пробирки. Соль частично обугливается и темнеет. Через несколько минут, когда объем жидкости в приемнике увеличится примерно вдвое, нагревание прекращают. Отгон имеет резкий запах и желтую окраску. Если раствор получается мутным, его следует профильтровать. Для обнаружения ацетона в растворе можно использовать его способность образовывать йодоформ. К 2 см³ полученного дистиллята прибавляют равное количество раствора иода в иодиде калия, а затем по каплям прибавляют раствор гидроксида калия до исчезновения бурой окраски. При наличии ацетона образуется желтый осадок йодоформа с характерным запахом. Йодоформная проба очень чувствительна и позволяет обнаружить содержание в растворе 0,04% ацетона.

Опыт 4. Реакция серебряного зеркала. В чистую пробирку, вымытую при нагревании 10%-й щелочью и ополоснутой дистиллированной водой, наливают 3-4 мл см³ 1%-го раствора нитрата серебра(I) и прибавляют по каплям 5%-й раствор аммиака в таком количестве, чтобы образовавшийся вначале осадок снова растворился. Много аммиака прибавлять не следует. К полученному аммиачному раствору оксида серебра [Ag(NH₃)₂]OH прибавляют 1 см³ альдегида (раствор муравьиного, уксусного или изовалерианового альдегидов) и осторожно нагревают смесь на водяной бане при 60-70° С. Через несколько минут на стенках пробирки постепенно выделяется слой серебра в виде зеркала или появляется черный осадок металлического серебра, так как альдегиды обладают резко выраженной способностью окисляться до кислот и являются сильными восстановителями:

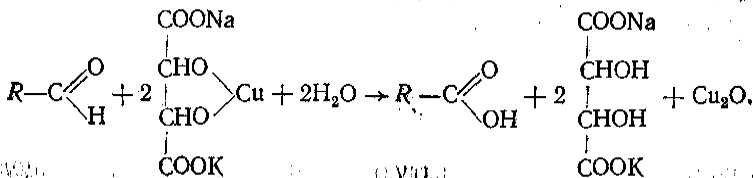


Опыт 5. Реакция восстановления альдегидами гидроксида меди (II). В пробирку наливают 0,5 см³ формалина или уксусного альдегида, 3-4 мл 10%-го раствора гидроксида натрия и прибавляют по каплям 2%-й раствор сульфата меди до появления мути. Нагревают верхнюю часть содержимого пробирки. Наблюдают появление осадка оксида меди (I) желтого цвета, переходящего в красный:



Муравьиный альдегид, в отличие от других альдегидов, восстанавливает оксиды меди, образуя «медное зеркало».

Опыт 6. Реакция восстановления альдегидами реактива Фелинга. В пробирку наливают 3-4 см³ свежеприготовленного реактива Фелинга и добавляют 0,5-1 см³ формалина или уксусного альдегида. Реакционную смесь нагревают. При этом раствор сначала окрашивается в зеленый, а затем в желтый цвет, и наконец, выпадает оксид меди (I) красного цвета:



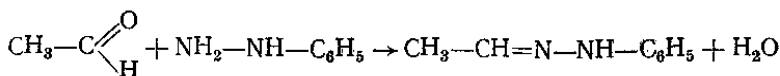
Опыт 7. Цветная реакция на альдегиды с фуксинсернистой кислотой. В пробирку к 1 см³ фуксинсернистой кислоты прибавляют несколько капель формалина, уксусного или изовалерианового альдегида. Наблюдается постепенное появление красно-фиолетовой окраски. Если к смеси муравьиного альдегида с фуксинсернистой кислотой прибавлять концентрированную соляную кислоту, то появляется характерная синяя окраска. В смеси изовалерианового альдегида с фуксинсернистой кислотой под влиянием соляной кислоты окраска сравнительно быстро исчезает.

Опыт 8. Взаимодействие альдегидов со щелочами. К 3-4 см³ 10-20%-го раствора гидроксида натрия прибавляют 0,5-1 см³ формалина, уксусного или изовалерианового альдегида и реакционную смесь нагревают. При этом, если взять уксусный или изовалериановый альдегид, происходит осмоление, жидкость желтеет, бурлит и через некоторое время образуется окрашенная альдегидная смола. Муравьиный альдегид в этих условиях смолу не образует.

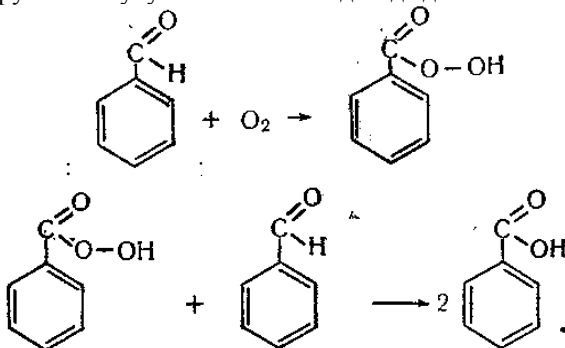


Опыт 9. Образование альдегидами и кетонами гидросульфитных соединений. В пробирку к 2-3 см³ насыщенного раствора гидросульфита натрия прибавляют равный объем формалина, уксусного или изовалерианового альдегида или ацетона и смесь энергично взбалтывают. Если необходимо, реакцию смесь охлаждают в ледяной воде и трут стеклянной палочкой о стенки пробирки. При этом выпадает кристаллический осадок гидросульфитного соединения.

Опыт 10. Образование альдегидами и кетонами фенилгидразонов. Весьма чувствительным и характерным реактивом на карбонильную группу является фенилгидразин. С этим реагентом альдегиды и кетоны образуют хорошо кристаллизующиеся вещества с четкими точками плавления, называемые фенилгидразонами. В пробирке с 4-5 мл воды растворяют около 0,1 г солянокислого фенилгидразина и прибавляют около 1 г измельченного ацетата натрия. Полученную смесь разделяют на две равные части. К одной части прибавляют 0,5 см³ уксусного или изовалерианового альдегида, а к другой – 0,5 см³ ацетона. Содержимое обеих пробирок энергично встряхивают и наблюдают выделение кристаллов образовавшихся фенилгидразонов:



Опыт 11. Окисление бензойного альдегида кислородом воздуха. Несколько капель бензойного альдегида помещают на часовое стекло тонким слоем по всей поверхности и оставляют на воздухе. Через некоторое время наблюдают переход жидкого бензойного альдегида в кристаллическую бензойную кислоту благодаря реакции самоокисления (аутооксидации) альдегида кислородом воздуха. Реакция протекает с образованием промежуточного продукта – надбензойной кислоты, которая окисляет вторую молекулу бензойного альдегида до бензойной кислоты:



Кристаллическую массу собирают в пробирку, растворяют в горячей воде и добавляют раствор лакмуса или погружают индикаторную бумажку. Изменение цвета лакмуса в красный свидетельствует о наличии кислоты.



Опыт 12. Реакция Канницаро. К 1 см^3 бензойного альдегида прибавляют 5 см^3 10%-го спиртового раствора гидроксида калия и энергично встряхивают. При этом выделяется тепло, и жидкость вследствие образования бензоата калия затвердевает. Окислительно-восстановительная реакция бензойного альдегида в присутствии щелочи протекает по уравнению:





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. Смаригин. – 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. Курс лекций: учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – 383 с.
10. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
11. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
12. 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
13. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
14. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 397 с.
15. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
16. 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 : Высш. 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 биоорганической 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.
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.



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



Составители
Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна