

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Е.В. Степанова

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лабораторный практикум



Санкт-Петербург
2013

*Утверждено Ученым советом факультета экологии и
физики природной среды РГГМУ*

УДК 547

Изложены правила работы в лаборатории органической химии, краткие указания по технике безопасности, методика проведения опытов.

Рекомендовано для студентов первого курса факультета экологии и физики природной среды, обучающихся по направлению подготовки 022000 – Экология и природопользование. Квалификация (степень) – Бакалавр. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2013 – 44 с.

Составитель: Степанова Е.В. – доцент кафедры химии природной среды Российского государственного гидрометеорологического университета.

Ответственный редактор: Скакальский Б.Г. – профессор, заведующий кафедрой химии природной среды Российского государственного гидрометеорологического университета.

Рецензент: Астратъев А.А. – д.х.н., зам. директора по научной работе ФГУП «СКТБ «Технолог».

© Е.В. Степанова, 2013

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	5
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	8
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	9
Лабораторная работа №1. Углеводороды	9
Лабораторная работа №2. Спирты и фенолы	15
Лабораторная работа №3. Карбоновые кислоты	20
Лабораторная работа №4. Амины. Аминокислоты. Белки	25
Лабораторная работа №5. Жиры. Углеводы	34
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	41

ПРЕДИСЛОВИЕ

Химия является одной из фундаментальных дисциплин, изучаемой студентами, обучающимися по направлению подготовки 022000 – Экология и природопользование. Органическая химия – один из важнейших разделов химической науки; изучение органической химии позволяет экологу более глубоко понять химические процессы, протекающие в окружающей среде, поскольку как объекты живой природы, так и широкий спектр загрязняющих природную среду веществ содержат разнообразные органические соединения.

Лабораторные работы являются важнейшим этапом учебного процесса, совершенствующим теоретическую и практическую подготовку студента.

Практикум по органической химии целесообразно проводить параллельно лекционному курсу, так как предлагаемые лабораторные работы непосредственно связаны с основными положениями, излагаемыми в лекциях, и в значительной степени способствуют усвоению материала.

Основная цель проведения лабораторного практикума состоит в том, чтобы научить студентов устанавливать причинную зависимость между наблюдаемыми явлениями, а также привить первоначальные навыки техники и методики эксперимента в органической химии.

Основными задачами практикума является:

– ознакомление студентов на опыте с общими свойствами и характерными реакциями различных классов органических соединений и с индивидуальными особенностями их важнейших представителей;

– создание у студентов опыта планирования и выполнения научного эксперимента для получения необходимой информации об органическом веществе;

Предлагаемый практикум является так называемым «малым практикумом». В отличие от больших препаративных практикумов, проводимых для студентов химических факультетов высших учебных заведений, малый практикум проводится в виде ряда качественных реакций. При этом не требуется получить вещество и выделить его в чистом виде как препарат, а нужно только обнаружить его наличие с помощью тех или иных качественных реакций. Такая аналитическая направленность практикума связана с тем, что студенты, обучающиеся по направлению подготовки экология и природопользование, в своей будущей профессиональной деятельности, как правило, будут сталкиваться в основном именно с идентификацией химических веществ, в том числе органических.

Все предлагаемые лабораторные опыты осуществляются полумикрометодом, с использованием малых количеств веществ, что, помимо значительной экономии химических реактивов, позволяет заметно сократить время проведения работ и существенно упростить применяемую аппаратуру.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Все органические вещества в той или иной степени ядовиты, а многие из них – огнеопасны и взрывоопасны. Поэтому, работая в лаборатории органической химии, необходимо строго соблюдать перечисленные ниже основные правила техники безопасности. Допуск студентов к выполнению лабораторных работ разрешается только после ознакомления с инструкцией по технике безопасности и вводного инструктажа. Факт прохождения инструктажа фиксируется в специальном журнале и подтверждается личными подписями прошедшего инструктаж. Студенты, грубо нарушившие правила работы и техники безопасности в лаборатории органической химии, отстраняются от выполнения лабораторных работ.

Ответственность за хранение реактивов, оборудования и материалов возлагается на инженера лаборатории.

Каждый работающий должен знать, где в лаборатории находится аптечка для оказания первой медицинской помощи.

1. Приступать к работе в лаборатории можно только в присутствии преподавателя или лаборанта.

2. Приступая к выполнению работы, необходимо предварительно полностью ознакомиться с ее содержанием, со свойствами используемых веществ (токсичность, огнеопасность и т.д.) и правилами работы с ними, отчетливо уяснить цели и задачи работы. Приступать к выполнению работы можно только после того, как студент сдаст предварительный отчет и пройдет собеседование с преподавателем.

3. Перед началом проведения каждого опыта необходимо тщательно проверить правильность сбора установки, а также убедиться в том, что взятые химические вещества соответствуют указанным в описании опыта. Нельзя превышать установленные нормы расхода реактивов.

4. Рабочее место необходимо содержать в чистоте и порядке. Запрещается держать на лабораторных столах одежду, сумки и другие посторонние предметы.

5. Нельзя работать без лабораторного халата; если у вас длинные волосы, необходимо позаботиться о том, чтобы они не могли соприкасаться с реактивами и нагревательными приборами.

6. В лаборатории запрещается употреблять напитки, принимать и хранить пищу, курить.

7. Работать с ядовитыми, раздражающими органы дыхания и сильно пахнущими веществами разрешается только в вытяжном шкафу; створки шкафа во время работы должны быть опущены до 18-20 см от его рабочей поверхности.

8. Сыпучие реактивы следует отбирать только специальным шпателем или ложечкой; брать химические вещества незащищенными руками недопустимо.

9. Во время работы не следует касаться руками лица, т.к. многие органические вещества раздражают кожу и слизистые оболочки.

10. Запрещается проводить опыты в грязной химической посуде, а также использовать для проведения опытов вещества из склянок без этикеток или с неразборчивой надписью.

11. Нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку.

12. Нельзя путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней поверхностью.

13. Нельзя наклоняться близко к прибору, в котором идет реакция, нагревание или перемешивание веществ.

14. Во избежание выбрасывания жидкости из пробирки при нагревании, надо ее непрерывно поворачивать в процессе нагревания и следить за тем, чтобы пробирка находилась не в вертикальном, а по возможности в наклонном положении.

15. Нельзя держать при нагревании пробирку или колбу отверстием к себе или в сторону стоящего рядом человека.

16. Нельзя наглухо закрывать приборы для проведения реакций и нагревания растворов, так как это может привести к взрыву.

17. Запрещается нагревать летучие и легко воспламеняющиеся жидкости и вещества (эфир, спирты и т.д.) на открытом пламени; пользуйтесь для этого водяной баней или электрической плиткой с закрытой спиралью.

18. Запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха жидкости следует осторожно направлять к себе ее пары легким движением руки.

19. Нельзя без специального разрешения преподавателя или лаборанта переносить приборы или реактивы из одной лаборатории в другую.

20. Нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место.

21. Нельзя оставлять без надобности включенные электроприборы и горящие спиртовки.

22. Запрещается выливать в раковину остатки кислот и щелочей, огнеопасных и взрывоопасных, а также сильно пахнущих веществ; слив перечисленных веществ должен осуществляться в специальные сосуды с соответствующей маркировкой, снабженные плотно притертыми пробками и находящиеся в вытяжном шкафу.

23. Категорически запрещается без специального разрешения преподавателя проводить какие-либо опыты, не относящиеся к данной работе, а также изменять порядок проведения опыта.

24. Все опыты необходимо выполнять при действующей вытяжной вентиляции.

25. О любом происшествии в лаборатории необходимо немедленно сообщить преподавателю или инженеру.

26. При возникновении пожара немедленно выключите газ и электроприборы, уберите все горючие вещества подальше от огня, засыпьте песком или накройте войлочным, шерстяным или асбестовым одеялом очаг пожара. Большое пламя тушат с помощью углекислотных огнетушителей.

27. При возгорании одежды пострадавшего следует облить водой или немедленно повалить на пол и накрыть войлочным или шерстяным одеялом. Пламя также можно потушить, перекатываясь по полу.

28. При термическом ожоге необходимо немедленно сделать длительную примочку 0,5%-ным водным раствором перманганата калия KMnO_4 или этиловым спиртом, затем – нанести на пораженный участок мазь от ожогов.

29. При попадании кислот на кожу необходимо быстро промыть обожженное место струей воды в течение 10-15 мин., а затем – 2-3%-ным раствором гидрокарбоната натрия NaHCO_3 . При ожоге щелочами обожженное место также тщательно промывается водой, а затем обрабатывается 1%-ным раствором уксусной кислоты.

30. При попадании кислоты или щелочи в глаза следует тщательно промыть глаза водой, а затем 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты) или 2%-ным раствором борной кислоты (для нейтрализации щелочи), после чего вновь промыть водой.

31. При порезах стеклом удалите из раны видимые осколки стекла, обработайте рану 3%-ным спиртовым раствором йода и наложите повязку.

32. Перед уходом из лаборатории следует привести в порядок рабочее место и тщательно вымыть руки.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Во время лабораторных работ необходимо вести протоколы опытов в специальной тетради (рабочем журнале). Рекомендуется следующая форма оформления отчета в рабочем журнале:

_____ *(подпись преподавателя о допуске к работе)*

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА _____
(название работы)

Дата выполнения лабораторной работы: _____

Цель работы: _____

ОПЫТ № 1 _____
(название опыта)

Реактивы и материалы: _____

Оборудование: _____

Уравнения реакций и условия их проведения _____

Наблюдаемые явления _____

Ответы на вопросы (выделены курсивом) _____

ОПЫТ № 2 ... и т.д.

Выводы по лабораторной работе в целом _____

Дата сдачи отчета: _____

Подпись преподавателя: _____

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

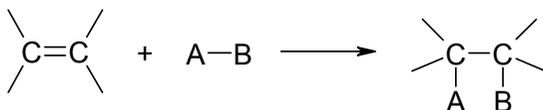
Лабораторная работа №1 Углеводороды

Органическую химию можно рассматривать как химию углеводородов и их функциональных производных. Углеводороды – наиболее простые органические соединения, молекулы которых построены из атомов только двух элементов – углерода и водорода. В зависимости от характера связей между углеродными атомами углеводороды подразделяют на предельные, непредельные и ароматические.

В химическом отношении предельные алифатические углеводороды – алканы – характеризуются относительной устойчивостью к действию различных реагентов, что объясняется высокой прочностью связей С–С и С–Н. Неполлярные связи С–С и С–Н способны расщепляться только гомолитически под действием активных свободных радикалов (реакции радикального замещения S_R). Концентрированные кислоты, щелочи, активные металлы и окислители ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$) на алканы при обычных условиях не действуют. Поэтому при добавлении к алканам водных растворов этих окислителей окраска растворов не изменяется, что может служить качественной реакцией на предельные углеводороды.

Простейшими непредельными (ненасыщенными) соединениями являются углеводороды, содержащие одну (алкены) или несколько (алкадиены, алкатриены и т.д.) двойных связей.

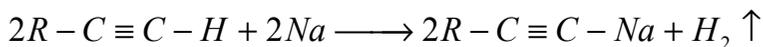
В отличие от предельных углеводородов алкены являются весьма реакционноспособными соединениями. Двойная связь, образованная атомами углерода в состоянии sp^2 -гибридизации, в молекулах алкенов выступает в роли активной функциональной группы. π -связь обуславливает характерные для алкенов реакции присоединения; в процессе этих реакций разрывается кратная связь и образуются производные углеводородов, содержащие только σ -связи:



Поскольку двойная связь, имеющая высокую электронную плотность, обычно выступает в качестве донора электронов, реакции присоединения, как правило, являются реакциями электрофильного присоединения (Ad_E). Реакции электрофильного присоединения – это ионные реакции, протекающие в несколько стадий. Реакции электрофильного присоединения являются наиболее важным химическим свойством алкенов, они чрезвычайно разнообразны (гид-

рирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация). Кроме присоединения, для алкенов характерны реакции окисления; окислители обычно также взаимодействуют с двойной связью алкенов. Реакции окисления играют важную роль в установлении структуры алкенов и в качественном обнаружении двойной связи в органических соединениях.

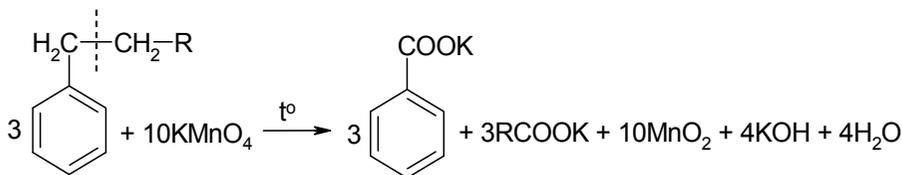
Свойства алкинов – непредельных углеводородов, молекулы которых содержат одну тройную связь, образованную атомами углерода в состоянии *sp*-гибридизации, в основном сходны со свойствами алкенов: для них характерны реакции присоединения по тройной связи. Однако необходимо обратить внимание на различие в реакционной способности двойной и тройной связи, связанное с природой этих связей. Так, в реакциях электрофильного присоединения тройная связь проявляет несколько меньшую активность, чем двойная. Это связано с тем, что π -электроны более короткой, чем двойная, тройной связи прочнее удерживаются ядрами атомов углерода и обладают меньшей поляризуемостью. Кроме того необходимо отметить и высокую электроотрицательность атома углерода при тройной связи (величины относительной электроотрицательности атомов углерода в sp^3 -, sp^2 - и *sp*-гибридном состоянии составляют 2,57, 2,62 и 2,75 соответственно), что приводит к сильной поляризации С–Н связи у ацетиленов и его монозамещенных производных. Подобные соединения могут выступать в качестве С–Н кислот и замещать атом водорода на атомы различных металлов (образование ацетиленидов):



Образование ацетиленидов – качественная реакция на концевую тройную связь.

Все алкины легко окисляются с разрывом молекулы по тройной связи. Обесцвечивание раствора перманганата калия может служить качественной реакцией на алкины; продукты окисления зависят от условий проведения реакции.

Ароматические углеводороды, простейшим представителем которых является бензол, имеют ряд специфических свойств, отличающих их от обычных ненасыщенных углеводородов: они инертны в реакциях присоединения и окисления, но проявляют склонность к реакциям замещения, которые протекают по электрофильному механизму S_E . Это свидетельствует о большой устойчивости бензольного кольца. Гомологи бензола имеют ряд отличных от бензола химических свойств, связанных со взаимным влиянием алкильного радикала и бензольного кольца. Кроме того, из-за наличия боковых цепей гомологи бензола могут окисляться под действием раствора перманганата калия, обесцвечивая его, причем от каждой боковой цепи остается только один атом углерода:



ЦЕЛЬ РАБОТЫ: сравнить химические свойства предельных, непредельных и ароматических углеводородов. Ознакомиться с качественными реакциями на углеводороды.

Реактивы и материалы: дистиллированная вода, бромная вода, петролейный эфир (или другие жидкие алканы), 0,1%-ный раствор перманганата калия, 96%-ный этиловый спирт, концентрированная серная кислота, 2н. раствор серной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия, карбид кальция, аммиачный раствор оксида серебра, спиртовой раствор фенолфталеина, бензол, толуол, ксилол кипятыльный камешек (прокаленный песок, несколько мелких кусочков пемзы или пористой глины).

Оборудование (на одно рабочее место): набор пробирок в штативе (в том числе 2 пробирки с пробками со стеклянными Г-образными газоотводными трубками), мерный цилиндр на 10 мл, защитные очки, штатив с двумя лапками, спиртовка, пинцет, электрическая плитка с водяной баней.

Опыт №1

Отношение алканов к бромной воде, окислителям и концентрированным кислотам

Пентан и гексан – жидкие гомологи метана. Они содержатся в нефти и являются основными компонентами фракции, которая называется легким петролейным эфиром.

Налейте в три пробирки по 1 мл петролейного эфира (можно использовать любые другие жидкие алканы). Добавьте в одну из них около 1 мл бромной воды и взболтайте, не закрывая пробирку (**работать под тягой!**). Происходит ли обесцвечивание бромной воды?

Во вторую пробирку добавьте 1 мл 2н. раствора серной кислоты и 1 мл 0,1%-ного водного раствора перманганата калия. Взболтайте содержимое пробирки. Происходит ли обесцвечивание раствора? *Объясните наблюдаемые явления.*

Опыт №2 Получение этилена

Соберите прибор, как показано на рисунке 1:

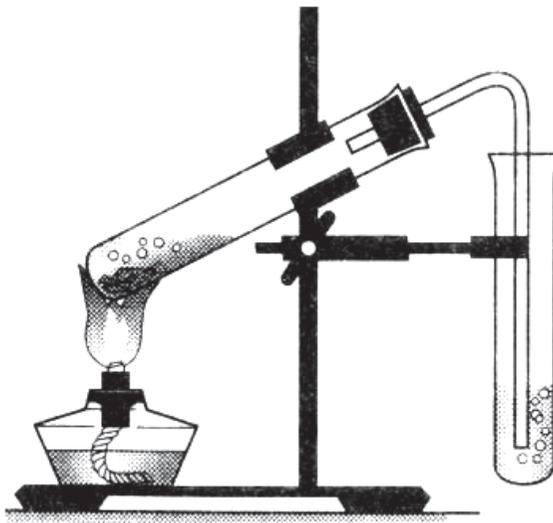


Рис.1. Лабораторная установка 1

ВНИМАНИЕ: прежде чем приступить к выполнению этого опыта, подготовьте и поставьте в штатив пробирки с растворами, необходимыми для проведения опытов № 3, 4 и 5.

Налейте в пробирку 1 мл 96%-ного этилового спирта и осторожно, при встряхивании, прилейте 3 мл концентрированной серной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**). Поместите в смесь кипяточный камешек, чтобы избежать сильных толчков жидкости при кипении, закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и укрепите в штативе. **ОСТОРОЖНО** нагревайте смесь над пламенем спиртовки. Реакционная смесь при этом чернеет и выделяется газ с приятным запахом. Перейдите к опытам № 3, 4 и 5.

Опыт №3 Взаимодействие этилена с бромной водой

Пропускайте выделяющийся газ в пробирку с 2-3 мл (не более) бромной воды (**работать под тягой!**), опустив газоотводную трубку до дна пробирки.

ВНИМАНИЕ: следите за тем, чтобы нагревание не прекращалось, иначе произойдет заброс жидкости из пробирки в прибор.

Какие изменения происходят с бромной водой? *Почему произошло обесцвечивание? Рассмотрите механизм реакции электрофильного присоединения (Ad_E) брома к этилену.*

Опыт №4

Окисление этилена перманганатом калия в кислой среде

Пропускайте выделяющийся этилен в пробирку с 2-3 мл 0,1%-ного раствора перманганата калия, подкисленного 1-2 каплями 2н. серной кислоты. Какие изменения наблюдаются? *Объясните наблюдаемые явления.*

Опыт №5

Окисление этилена перманганатом калия по Вагнеру

Пропускайте выделяющийся этилен в пробирку с 2-3 мл 0,1%-ного раствора перманганата калия, к которому добавлено несколько капель 10%-ного раствора карбоната натрия. Какие изменения наблюдаются? Реакции из опытов № 3-5 являются качественными реакциями на кратные связи. *Объясните наблюдаемые явления.*

Опыт №6

Получение и свойства ацетилен

ВНИМАНИЕ: прежде чем приступить к выполнению этого опыта, приготовьте и поставьте в штатив пробирки с растворами, необходимыми для проведения опытов № 3, 4 и 7.

Соберите прибор в соответствии с рисунком 1. В пробирку налейте 2-3 мл дистиллированной воды и опустите маленький кусочек карбида кальция CaC_2 (**брать только пинцетом!**). Плотно закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой (**работать под тягой!**).

Выделяющийся ацетилен используйте для изучения его химических свойств (опыты № 3, 4 и 7). *Сравните свойства ацетилена со свойствами алканов и алкенов и укажите причины различной химической активности предельных и непредельных углеводородов.*

Опыт №7

Получение ацетиленида серебра

Выделяющийся ацетилен (см. опыт № 6) пропускайте в пробирку с 2-3 мл аммиачного раствора оксида серебра $[Ag(NH_3)_2]OH$. Образуются белые хлопья ацетиленида серебра. *Для алкинов какого строения характерна реакция замещения атома водорода на металл? Ответ мотивируйте.*

После проведения опытов № 6 и 7 разберите установку и добавьте в пробирку, в которой протекала реакция между карбидом кальция и водой, не-

сколько капель спиртового раствора фенолфталеина. *Объясните изменение окраски индикатора.*

Опыт №8

Отношение толуола к бромной воде

Налейте в пробирку 0,5-1 мл толуола и добавьте 1-2 мл бромной воды (**работать под тягой!**). Содержимое пробирки взболтайте. Происходит ли обесцвечивание бромной воды? *Сравните активность толуола с активностью непредельных углеводородов по отношению к бромной воде. Ответ мотивируйте.*

Опыт №9

Отношение бензола и его гомологов к окислителям

В три пробирки налейте по 1-2 мл бензола, толуола и ксилола (**работать под тягой!**). В каждую из пробирок добавьте по 1 мл 0,1%-ного раствора перманганата калия и по 2 капли 2н. раствора серной кислоты. Нагрейте пробирки на водяной бане, постоянно встряхивая. Быстрое обесцвечивание раствора происходит только в пробирках с толуолом и ксилолом. Бензол при обычных условиях устойчив к действию окислителей.

Лабораторная работа №2

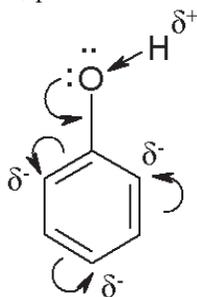
Спирты и фенолы

Спирты и фенолы относят к гидроксильным органическим соединениям. Спиртами называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на соответствующее число гидроксильных групп –ОН. В зависимости от характера углеводородного радикала, спирты делятся на алифатические, циклические и ароматические, причем у последних гидроксильная группа не связана с атомом углерода бензольного кольца. От числа гидроксильных групп, входящих в состав молекулы спирта, зависит его атомность (одно-, двух- и многоатомные спирты). В зависимости от положения функциональной группы спирты подразделяют на первичные, вторичные и третичные.

Химические свойства спиртов определяются присутствием в их молекулах гидроксильной группы. Связи С–О и О–Н сильно полярны и способны к гетеролитическому разрыву.

Химические свойства многоатомных спиртов в общем аналогичны свойствам одноатомных спиртов. В химических реакциях могут участвовать как одна, так и большее число гидроксильных групп. Взаимное влияние гидроксильных групп проявляется в том, что многоатомные спирты являются более сильными кислотами, чем одноатомные. Для вицинальных многоатомных спиртов характерны реакции комплексообразования: образование ярко-синего окрашивания при действии на них свежесожденного гидроксида меди (II) является качественной реакцией на такие спирты.

Фенолы – органические соединения, содержащие в молекуле одну или более гидроксильных групп, непосредственно связанных с бензольным ядром. Химические свойства фенолов определяются как гидроксильной группой, так и связанным с ней бензольным ядром.



Взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного кольца приводит к: а) увеличению электронной плотности в бензольном кольце, особенно в орто- и пара-положениях по отношению к гидроксильной группе, следствием

чего является высокая по сравнению с бензолом активность фенола в реакциях электрофильного замещения; б) повышенной кислотности фенола по сравнению с предельными спиртами ($K_d = 10^{-10}$, т.е. фенол является более сильной кислотой, чем вода).

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомиться с некоторыми физическими и химическими свойствами предельных одноатомных спиртов. Ознакомиться с качественной реакцией на вицинальные многоатомные спирты. Оценить взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра в случае фенолов. Ознакомиться с некоторыми качественными реакциями на фенолы.

Реактивы и материалы: дистиллированная вода, спирты (этиловый, изопропиловый, бутиловый, изоамиловый, глицерин), концентрированная серная кислота, 2н. раствор серной кислоты, 2н. раствор гидроксида натрия, хромовая смесь, медная проволока, 2н. раствор сульфата меди (II), 3%-ный раствор хлорида железа (III), фенол, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, спиртовой раствор фенолфталеина, бромная вода, универсальная индикаторная бумага.

Оборудование (на одно рабочее место): набор пробирок в штативе (в том числе 3 пробирки с пробками), защитные очки, 3 фарфоровые чашки, 4 шпателя, деревянные лучины, 2 пипетки объемом 0,5 мл, электрическая плитка с водяной баней, спиртовка, лапка-держатель для пробирок.

Опыт №1

Растворимость предельных одноатомных спиртов

В четыре пробирки налейте по 4 мл дистиллированной воды и в каждую из них добавьте по 1 мл спирта: в первую – этиловый (этанол), во вторую – изопропиловый (пропанол-2), в третью – бутиловый (бутанол-1), в четвертую – изоамиловый (3-метилбутанол-1). Все пробирки энергично встряхните и отметьте, что этанол и пропанол растворились в воде полностью, бутанол растворился в воде плохо, а при растворении изоамилового спирта образовалась эмульсия, которая быстро расслоилась, так что изоамиловый спирт почти полностью всплыл наверх. *Сделайте выводы о зависимости растворимости спирта от его молекулярной массы.*

Опыт №2

Горение предельных одноатомных спиртов

В три фарфоровые чашки налейте по 1 мл этилового, бутилового и изоамилового спиртов. Подожгите спирты лучиной и наблюдайте характер горения. *Какие спирты горят более коптящим и ярким пламенем? Почему? Рассчитайте процентное содержание углерода в этих спиртах.*

Опыт №3

Получение диэтилового эфира

В сухую пробирку налейте 0,5 мл этилового спирта и по каплям при постоянном взбалтывании добавьте 0,5 мл концентрированной серной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**). **ОСТОРОЖНО**: смесь сильно разогревается! Приготовленную смесь осторожно нагрейте на водяной бане до начала закипания (образования бурого раствора). Прекратив нагревание, но, не давая жидкости остыть, очень аккуратно, пипеткой по стенке пробирки, добавьте еще 0,5 мл этилового спирта. При этом сразу появляется характерный запах эфира. *Почему реакцию следует проводить при незначительном нагревании?*

Опыт №4

Окисление предельных одноатомных спиртов

Изучая реакции окисления спиртов, обратите внимание на особенности их протекания в случае первичных, вторичных и третичных спиртов.

4-1. Окисление хромовой смесью

В пробирку налейте 0,5 мл хромовой смеси (раствор из равных объемов насыщенного водного раствора дихромата калия и 20%-ной серной кислоты) (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**) и по каплям при встряхивании добавьте 0,5 мл этанола. **ОСТОРОЖНО**: смесь сильно разогревается! Цвет раствора меняется от оранжевого до зеленого и ощущается характерный запах уксусного альдегида.

4-2. Окисление оксидом меди (II)

4-2-1. Окисление первичных спиртов

В окислительной части пламени спиртовки сильно прокалите медную проволоку, имеющую на конце петлю. Затем опустите раскаленную проволоку в пробирку с 1 мл этанола, после чего сразу плотно закройте пробирку пробкой. Повторите эту процедуру несколько раз, не забывая каждый раз закрывать пробирку пробкой. Откройте пробирку и определите запах образовавшегося вещества.

4-3-2. Окисление вторичных спиртов

Повторите предыдущий опыт, заменив этанол изопропиловым спиртом (пропанолом-2). Определите запах образовавшегося вещества.

ВАЖНО помнить, что окислению в мягких условиях с сохранением углеродного скелета подвергаются только первичные и вторичные спирты.

Опыт №5

Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II)

Качественной реакцией на вицинальные многоатомные спирты, содержащие две гидроксогруппы у соседних атомов углерода, является ярко-синее окрашивание при действии свежесозданного гидроксида меди (II) – реакция комплексообразования.

В две пробирки налейте по 1 мл 2н. раствора сульфата меди (II) и 1 мл 2н. раствора гидроксида натрия. Отметьте выпадение голубого осадка гидроксида меди (II).

В первую пробирку к образовавшемуся осадку добавьте 0,5 мл этанола, а во вторую – 0,5 мл глицерина и встряхните пробирки. *В какой из пробирок и почему осадок растворился, а раствор приобрел ярко-синюю окраску?*

Опыт №6

Растворимость фенола в воде

ОСТОРОЖНО: при работе с фенолом нельзя допускать его попадания на кожу, т.к. он вызывает ожоги. Если это произошло, необходимо обильно промыть пораженное место теплой водой. После выполнения опытов с фенолом содержимое всех пробирок выливают исключительно в специальный слив.

В пробирку с 2 мл дистиллированной воды, предварительно подогретой, поместите несколько кристаллов фенола (**брать только при помощи шпателя!**). Пробирку закройте пробкой и энергично встряхните. *Сделайте вывод о растворимости фенола в воде. Как называется водный раствор фенола? Образовавшуюся эмульсию сохраните и используйте в следующем опыте.*

Опыт №7

Образование и разложение фенолятов

К водной эмульсии фенола, полученной в предыдущем опыте, добавьте по каплям 2н. раствор гидроксида натрия до образования прозрачного раствора. К полученному прозрачному раствору прибавьте по каплям раствор 2н. серной кислоты до кислой реакции по фенолфталеину. Отметьте образование эмульсии. *Объясните наблюдаемые явления.*

Опыт №8

Взаимодействие фенола с бромной водой

Данная реакция очень чувствительна и позволяет обнаруживать фенол в водном растворе при концентрации 10^{-5} моль/л.

Получите водную эмульсию фенола так, как это описано в опыте № 7. Добавьте к полученной эмульсии при постоянном встряхивании несколько капель бромной воды (**работать под тягой!**) до образования белого хлопьевидного осадка. Дайте осадку отстояться и смочите в растворе над осадком с

помощью пинцета полоску универсальной индикаторной бумаги. *Что показывает индикатор? Какое вещество взаимодействует с индикатором? Вступает ли бензол при таких же условиях в аналогичную реакцию? Чем объясняется различие реакционной способности бензола и фенола?*

Опыт №9

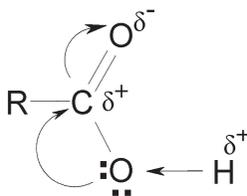
Взаимодействие фенолов с хлоридом железа (III)

В 4 пробирки налейте по 1 мл дистиллированной воды и поместите по одному кристаллику фенола, пирокатехина, резорцина и гидрохинона (**брать все реактивы при помощи шпателя!**). Нагрейте пробирки над пламенем спиртовки до растворения кристаллов. После охлаждения полученных растворов в каждую из пробирок добавьте 2-3 капли 3%-ного раствора хлорида железа (III).

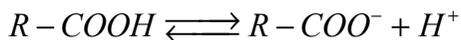
Отметьте появление фиолетового окрашивания в случае фенола, оливково-зеленого – в случае пирокатехина, который переходит при сильном разбавлении водой в фиолетово-синее, фиолетового – в пробирке с резорцином и зеленого – в пробирке с гидрохиноном. *Составьте уравнение реакции на примере фенола.*

Лабораторная работа №3 Карбоновые кислоты

Карбоновые кислоты можно рассматривать как углеводороды, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на карбоксильную группу $-\text{COOH}$. Особенность свойств карбоновых кислот объясняется взаимным влиянием атомов в карбоксильной группе. Неподделенная электронная пара от кислорода гидроксильной группы оттягивается к положительно заряженному углероду карбонильной группы, что усиливает положительный заряд на водороде. Вследствие этого гидроксильная группа легче отщепляет протон, чем спирты, поэтому гидроксогруппа в составе карбоксильной обладает ярко выраженными кислыми свойствами:



Таким образом, для карбоновых кислот наиболее типичны реакции, связанные с кислотными свойствами, т.е. с разрывом связи $\text{O}-\text{H}$. В водном растворе карбоновые кислоты диссоциируют:



Карбоновые кислоты – слабые, поэтому сильные минеральные кислоты вытесняют их из соответствующих солей:



Также для карбоновых кислот, в отличие от минеральных, возможны реакции замещения группы $-\text{OH}$, которые приводят к образованию различных функциональных производных карбоновых кислот, например, сложных эфиров.

Муравьиная кислота, в отличие от всех других карбоновых кислот, в силу наличия альдегидной функциональной группы проявляет восстановительные свойства, например, дает реакцию «серебряного зеркала».

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить некоторые химические свойства предельных и непредельных карбоновых кислот и их солей. Ознакомиться с особенностями химических свойств муравьиной кислоты.

Реактивы и материалы: дистиллированная вода, концентрированная серная кислота, 2н. раствор серной кислоты, 2н. раствор уксусной кислоты, ледяная уксусная кислота, 2н. раствор муравьиной кислоты, олеиновая кислота, ацетат натрия кристаллический, гидрокарбонат натрия кристаллический, 10%-ный раствор ацетата натрия, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 5%-ный раствор мыла, 2н. раствор хлорида кальция, 2н. раствор сульфата меди (II), 0,1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, изоамиловый спирт, бромная вода, магниевая стружка, универсальная индикаторная бумага.

Оборудование (на одно рабочее место): набор пробирок в штативе (в том числе пробирка с пробкой и пробирка с пробкой со стеклянной Г-образной газоотводной трубкой), штатив с двумя лапками, защитные очки, 2 стакана на 100 мл, спиртовка, лапка-держатель для пробирок, деревянные лучины, электрическая плитка с водяной баней, стеклянная палочка.

Опыт №1 Получение уксусной кислоты

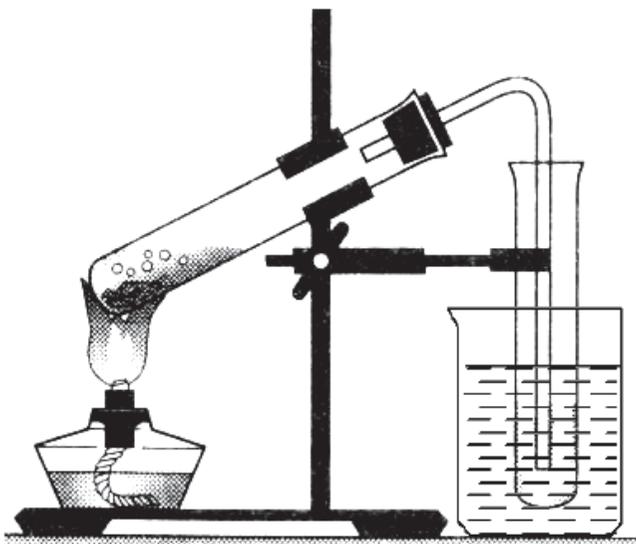


Рис.2. Лабораторная установка 2

ВНИМАНИЕ: опыт проводится в вытяжном шкафу! Поместите в пробирку примерно 1 г кристаллического ацетата натрия и налейте 2 мл концентрированной серной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**). Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, свободный конец которой опустите в пустую пробирку, помещенную в стакан с холодной водой (рис. 2).

Осторожно нагревайте смесь над пламенем спиртовки, не допуская бурного кипения. Нагревание прекратите, когда в пробирке-приемнике накопится несколько капель уксусной кислоты. Обратите внимание на запах уксусной кислоты. Поднесите к концу газоотводной трубки полоску универсальной индикаторной бумаги, предварительно смоченной дистиллированной водой. *Что показывает индикатор?*

Опыт №2

Образование солей карбоновых кислот

2-1. Взаимодействие с активными металлами

В пробирку с 1 мл 2н. раствора уксусной кислоты добавьте магниевую стружку и осторожно нагрейте пробирку над пламенем спиртовки. *Выделение какого газа происходит?*

2-2. Взаимодействие с солями угольной кислоты

В пробирку поместите небольшое количество кристаллического гидрокарбоната натрия и добавьте 1 мл 2н. раствора уксусной кислоты. *Выделение какого газа происходит?* Подтвердите свои выводы, внося горящую лучинку в пробирку. *На основании этой реакции сделайте вывод об относительной силе угольной и уксусной кислот.*

2-3. Образование и гидролиз ацетата железа (III)

Налейте в пробирку 1 мл 10%-ного раствора ацетата натрия и добавьте равный объем 3%-ного раствора хлорида железа (III). Отметьте появление буровато-красного окрашивания.

Нагрейте полученный раствор над пламенем спиртовки до начала кипения. Происходит выпадение хлопьевидного осадка красно-бурого цвета. Над осадком остается бесцветный раствор, не содержащий ионов железа.

Объясните наблюдаемые явления. При составлении уравнения соответствующей реакции следует иметь в виду, что в данном случае продуктами гидролиза являются основные соли.

Опыт №3

Выделение высших жирных кислот из мыла

В пробирку с 1 мл 5%-ного раствора мыла добавьте 1 мл 2н. раствора серной кислоты. Отметьте образование белого хлопьевидного осадка. *Сделайте вывод о растворимости в воде жирных кислот.* Нагрейте пробирку над пламенем спиртовки и *отметьте отношение высших жирных кислот к нагреванию.*

При составлении уравнения соответствующей реакции основным компонентом мыльного раствора можно считать стеарат натрия – натриевую соль октадекановой кислоты.

Опыт №4

Образование малорастворимых солей высших жирных карбоновых кислот

В две пробирки налейте по 1 мл 5%-ного раствора мыла. В первую из них добавьте несколько капель 2н. раствора хлорида кальция, а во вторую – несколько капель 2н. раствора сульфата меди (II).

Присутствие каких ионов обуславливает жесткость воды? Каким образом повышенная жесткость воды влияет на эффективность моющих средств?

Опыт №5

Реакция этерификации

Налейте в пробирку по 0,5 мл изоамилового спирта и ледяной уксусной кислоты, затем добавьте равное количество концентрированной серной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**). Полученную смесь осторожно подогрейте на кипящей водяной бане в течение 5-10 минут и вылейте при перемешивании стеклянной палочкой в стакан с холодной водой. Отметьте запах сложного эфира и *растворимость его в воде.*

Опыт №6

Восстановительные свойства муравьиной кислоты

В две пробирки налейте по 0,5 мл 2н. муравьиной и уксусной кислот и добавьте по 0,5 мл 2н. серной кислоты. В каждую из пробирок добавьте несколько капель 2н. 0,1%-ного раствора перманганата калия. *В какой из пробирок раствор перманганата калия обесцветился и почему?*

Опыт №7

Свойства непредельных карбоновых кислот

7-1. Отношение непредельных карбоновых кислот к окислителям

Поместите в пробирку 2-3 капли олеиновой (цис-октадецен-9-овой) кислоты, добавьте 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия и несколько капель 0,1%-ного раствора перманганата калия. Отметьте, что при встряхивании пробирки розовая окраска исчезает, что указывает на окисление олеиновой кислоты по двойной связи.

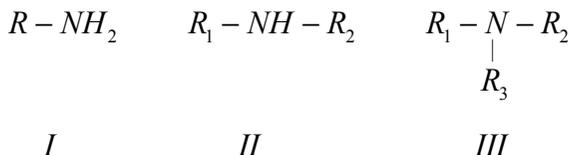
7-2. Отношение непредельных карбоновых кислот к бромной воде

Налейте в пробирку 0,5 мл бромной воды (**работать под тягой!**) и добавьте 3-4 капли олеиновой кислоты, закройте пробирку пробкой и энергично взболтайте. *Объясните причину обесцвечивания бромной воды.*

Лабораторная работа №4

Амины. Аминокислоты. Белки

Амины можно рассматривать как производные аммиака, в молекуле которого один, два или три атома водорода замещены углеводородными радикалами. В зависимости от количества радикалов, связанных с атомом азота, различают первичные (I), вторичные (II), и третичные (III) амины:



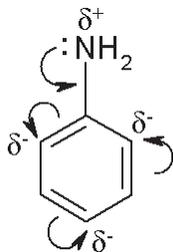
Подобно аммиаку, амины обладают основным характером; основные свойства аминов обусловлены наличием неподеленной пары электронов атома азота. Алифатические амины являются более сильными основаниями, чем аммиак, поскольку алкильные радикалы, являясь электронодонорными заместителями, увеличивают электронную плотность на атоме азота:



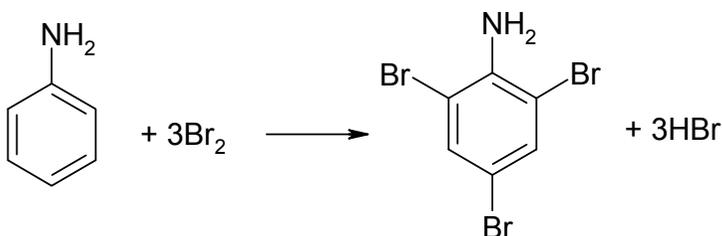
При действии кислот на аммиак или амины за счет этой неподеленной пары электронов происходит присоединение протона с образованием положительно заряженного иона замещенного аммония. Отрицательно заряженный кислотный остаток связывается с последним ионной связью:



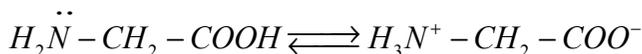
Для ароматических аминов характерны реакции как по аминогруппе, так и по ароматическому кольцу; особенности этих реакций обусловлены взаимным влиянием аминогруппы и ароматического кольца. С одной стороны, бензольное кольцо, являясь электроноакцепторным заместителем, уменьшает электронную плотность на атоме азота и ослабляет основные свойства аминогруппы по сравнению с алифатическими аминами и даже с аммиаком. С другой стороны, под влиянием электронодонорной аминогруппы бензольное кольцо становится более активным в реакциях электрофильного замещения, чем бензол, благодаря увеличению электронной плотности в бензольном кольце, особенно в орто- и пара-положениях по отношению к аминогруппе:



Например, анилин, в отличие от бензола, энергично реагирует с бромной водой с образованием 2,4,6-триброманилина:

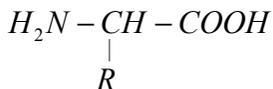


Аминокислоты – это органические бифункциональные соединения, в состав которых входят amino- и карбоксильная функциональные группы. Таким образом, аминокислоты являются амфотерными соединениями, способными реагировать как с кислотами, так и с основаниями, при этом в водном растворе аминокислоты находятся в виде «внутренней» соли – биполярного иона. Такой ион образуется в результате внутримолекулярного взаимодействия аминогруппы с карбоксильной группой:

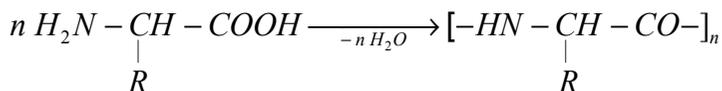


Водные растворы аминокислот имеют нейтральную, щелочную или кислую среду в зависимости от количества кислотных и основных функциональных групп.

В зависимости от положения аминогруппы по отношению к карбоксильной группе различают α -, β - и т.д. аминокислоты. Наибольшее значение в процессах жизнедеятельности играют α -аминокислоты:



Белками называют сложные высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых построены из остатков α -аминокислот. Белки играют важную биологическую роль, являясь основным веществом, из которого построены клетки животных и растительных организмов; белки входят в состав ферментов, гормонов, нуклеотидов. Остатки α -аминокислот в молекулах белка связаны между собой пептидными связями $-CO-NH-$ (первичная структура белка), которые образуются в результате реакций конденсации молекул аминокислот друг с другом:



Гидролиз белков – это необратимое разрушение первичной структуры в кислотом или щелочном растворе с образованием исходных α -аминокислот.

Белки, как и аминокислоты, обладают амфотерными свойствами.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: доказать основные свойства аминов. Ознакомиться с особенностями химических свойств ароматических аминов на примере анилина. Ознакомиться с качественными реакциями на первичные, вторичные и третичные амины. Ознакомиться с качественными реакциями на аминокислоты и белки.

Реактивы и материалы: дистиллированная вода, анилин, универсальная индикаторная бумага, 2н. раствор серной кислоты, 10%-ный раствор соляной кислоты, концентрированная азотная кислота, 2н. и 30%-ный растворы гидроксида натрия, бромная вода, 5%-ный раствор глицина, 3%-ный раствор хлорида железа (III), карбонат гидроксомеди (II) кристаллический, лед, 0,1%-ный раствор нингидрина, 10%-ный раствор яичного белка, неразбавленный яичный белок, 2н. раствор сульфата меди (II), 5%-ный раствор ацетата свинца (II), концентрированный (25%) раствор аммиака.

Оборудование (на одно рабочее место): набор пробирок в штативе (в том числе 2 пробирки с пробками), пинцет, шпатель, спиртовка, лапка-держатель для пробирок, стакан на 100 мл, стеклянная палочка, электрическая плитка с водяной баней.

Опыт №1

Получение солей анилина

Смешайте в пробирке 1 мл анилина с 1 мл дистиллированной воды, закройте пробирку пробкой и взболтайте смесь до получения эмульсии. Проверьте реакцию среды в полученной эмульсии, обмакнув в нее при помощи пинцета полоску универсальной индикаторной бумаги. *Что показывает индикатор?*

Разделите эмульсию на две части. К первой части эмульсии прибавьте по каплям при встряхивании 2н. раствор серной кислоты до образования белого осадка. К другой части эмульсии добавьте по каплям при встряхивании 10%-ный раствор соляной кислоты до образования прозрачного раствора. Затем в обе пробирки добавьте 2н. раствор гидроксида натрия до образования эмульсии. *Отметьте растворимость анилина и его солей в воде. Что происходит с солями при добавлении щелочи?*

Опыт №2

Бромирование анилина

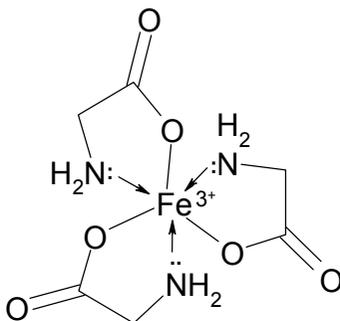
Смешайте в пробирке 3-4 капли анилина с 1 мл дистиллированной воды, закройте пробирку пробкой и взболтайте смесь до получения эмульсии. К полученной эмульсии прибавьте 1 мл бромной воды (**работать под тягой!**). При этом происходит обесцвечивание бромной воды и появляется осадок. *Возможна ли такая реакция в случае: а) бензола, б) фенола и почему?*

Опыт №3

Цветные реакции α -аминокислот

3-1. Реакция с хлоридом железа (III)

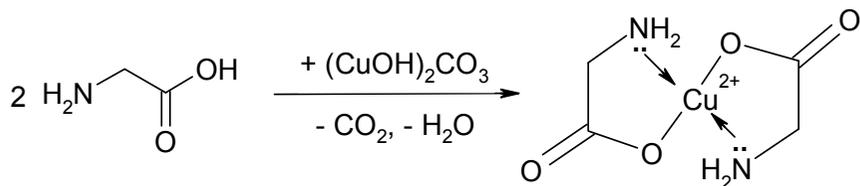
В пробирку налейте 1 мл 5%-ного раствора глицина и добавьте 2 капли 3%-го раствора хлорида железа (III). Отметьте изменение цвета раствора в результате образования комплексного соединения:



Затем прилейте несколько капель 10%-ного раствора соляной кислоты. Что происходит при добавлении соляной кислоты?

3-2. Реакция с карбонатом гидроксомеди (II)

В сухую пробирку внесите на кончике шпателя карбонат гидроксомеди (II) и добавьте 2 мл 5%-ного раствора глицина. Содержимое пробирки нагрейте на пламени спиртовки до образования синего раствора:

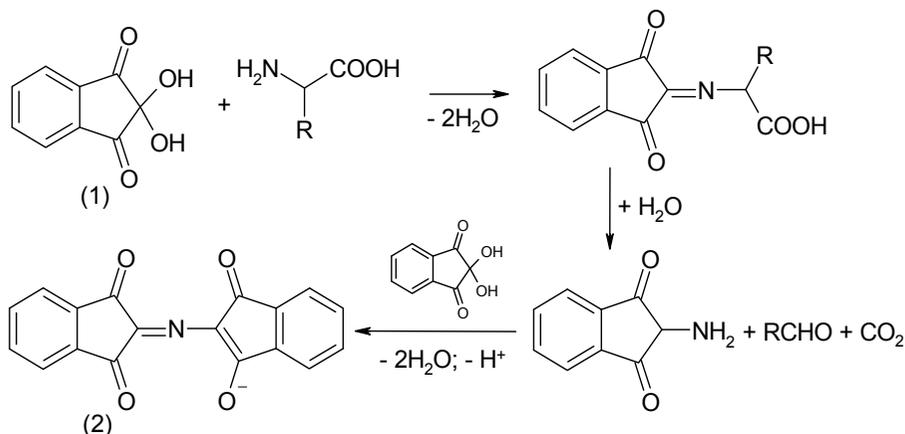


Содержимое пробирки охладите в стакане с ледяной водой. Для ускорения процесса кристаллизации комплексной соли меди стенку пробирки потирают стеклянной палочкой.

3-3. Реакция с нингидрином

Данная реакция очень чувствительна, поэтому ее применяют для качественного и количественного анализа α -аминокислот.

В пробирку поместите 1 мл воды, добавьте 1 каплю 5%-ного раствора глицина. Затем добавьте 2 капли 0,1%-ного раствора нингидрина (1). Содержимое пробирки встряхните и нагрейте на горячей водяной бане до появления сине-фиолетовой окраски (окраска Румана), которая обусловлена образованием азометинового красителя (2):



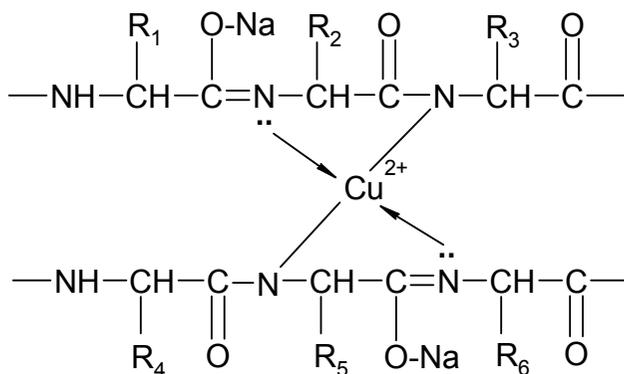
Чем отличаются реакции аминокислот с нингидрином от реакций, описанных в опытах 3-1 и 3-2?

Опыт №4 Цветные реакции на белки

Цветные реакции применяются для установления белковой природы веществ, идентификации белков и определение их аминокислотного состава.

4-1. Биуретовая реакция

Биуретовая реакция обнаруживает наличие в молекуле белка пептидных групп $-\text{CO}-\text{NH}-$, которые способны образовывать с ионами меди в щелочной среде окрашенные комплексные соединения:

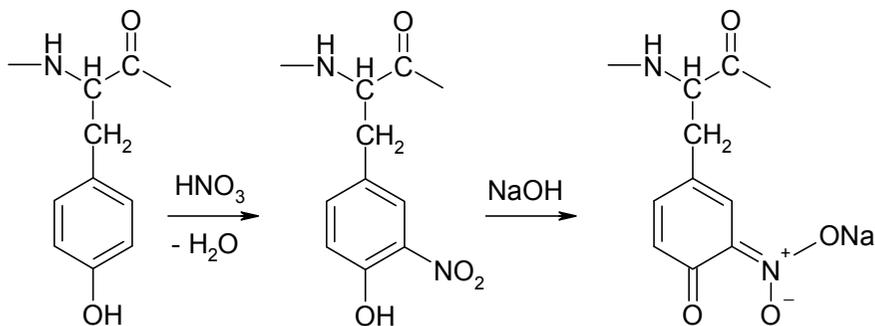


Продукты распада белка – полипептиды – также дают биуретовую реакцию, причем цвет образующихся медных комплексов зависит от длины полипептидной цепи. Дипептиды дают синюю окраску, трипептиды – фиолетовую, а тетрапептиды и более сложные пептиды – красную.

В пробирку с 2 мл 10%-ного раствора яичного белка добавьте 1 мл 2н. раствора гидроксида натрия и 1 каплю 2н. раствора сульфата меди (II).

4-2. Ксантопротеиновая реакция

При добавлении к раствору белка концентрированной азотной кислоты и нагревании появляется желтое окрашивание, переходящее в присутствии щелочи в оранжевое. Сущность реакции состоит в нитровании бензольного кольца циклических аминокислот азотной кислотой с образованием нитросоединений, выпадающих в осадок:



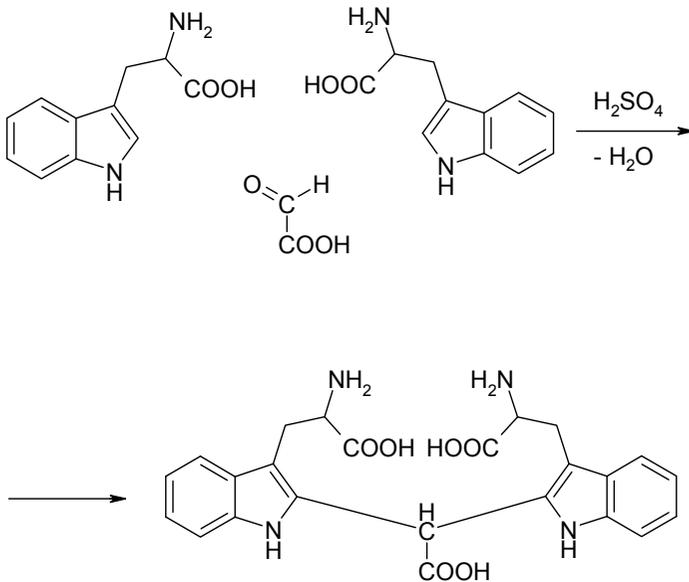
Ксантопротеиновая реакция выявляет наличие в белке одиночных или конденсированных ароматических ядер. *Перечислите природные α -аминокислоты, дающие ксантопротеиновую реакцию.*

В пробирку с 1 мл 10%-го раствора белка добавьте 0,5 мл концентрированной азотной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**), при этом появляется белый осадок или раствор мутнеет. *Почему?* Смесь осторожно нагрейте над пламенем спиртовки до кипения и кипятите 1-2 мин. Отметьте изменение цвета раствора и осадка до желто-оранжевого (дальнейшее кипячение может вызвать частичное или полное растворение осадка в результате гидролиза, но характерная желтая окраска сохраняется). После охлаждения добавьте к реакционной смеси по каплям концентрированный раствор аммиака. *Чем объясняется изменение окраски после добавления раствора аммиака?*

4-3. Реакция Адамкевича

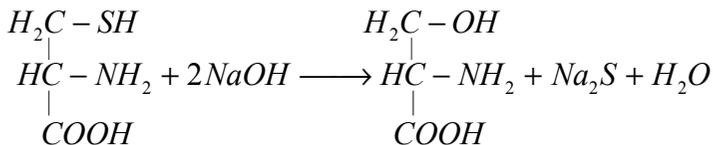
Эта реакция выявляет наличие в белке α -аминокислоты триптофана. Триптофан в кислой среде, взаимодействуя с альдегидокислотами, образует продукты конденсации красно-фиолетового цвета.

К одной капле неразбавленного яичного белка добавьте 10 капель ледяной уксусной кислоты (в ней всегда присутствует примесь глиоксиловой – оксоэтановой – кислоты). Наклонив пробирку, осторожно по стенке добавьте по каплям 0,5 мл концентрированной серной кислоты (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**) так, чтобы жидкости не смешивались. При стоянии пробирки на границе жидкостей появляется красно-фиолетовое кольцо.

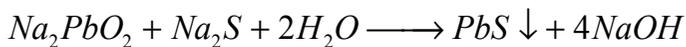


4-4. Реакция Фоля (сульфгидрильная реакция)

Эта реакция выявляет наличие в белке аминокислот, содержащих сульфгидрильные группы $-SH$. Аминокислоты, содержащие сульфгидрильные группы, подвергаются щелочному гидролизу с образованием сульфида натрия:



Последний, взаимодействуя с плюмбитом натрия, который образуется в ходе реакции между ацетатом свинца (II) и гидроксидом натрия, образует осадок сульфида свинца (II) черного или бурого цвета:

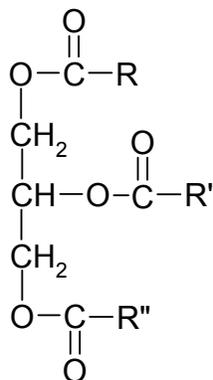


Приготовьте реактив Фоля добавлением к 5%-ному раствору ацетата свинца (II) равного объема 30%-ного раствора гидроксида натрия до растворения образовавшегося осадка. Поместите в пробирку 5 капель 10%-ного раствора яичного белка, добавьте 5 капель реактива Фоля и кипятите 2-3 мин. После отстаивания в течение 1-2 мин. появляется черный или бурый осадок.

Лабораторная работа №5

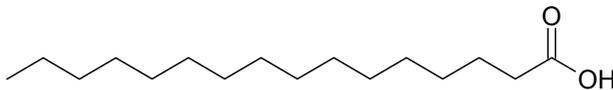
Жиры. Углеводы

Исключительно важную биологическую роль в жизни животного и растительного мира играют жиры – смеси сложных эфиров, образованных простейшим трехатомным спиртом – глицерином и высшими карбоновыми кислотами:

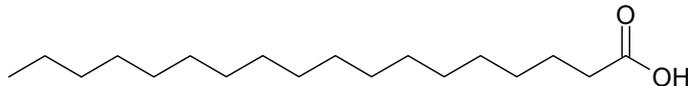


В образовании сложных эфиров, входящих в состав жира, могут принимать участие разные высшие карбоновые кислоты, молекулы которых содержат неразветвленную углеродную цепь, состоящую из четного числа атомов углерода, но только один спирт – глицерин. Именно поэтому эти эфиры называют глицеридами. В состав жиров входят в основном триглицериды, при этом наиболее распространенные остатки высших кислот, содержащиеся в жирах, содержат от 12 до 18 атомов углерода. Важнейшими кислотами, входящими в состав жиров, являются:

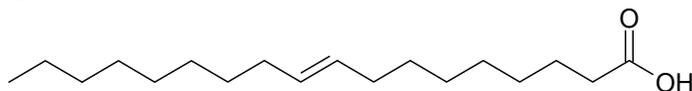
- пальмитиновая



- стеариновая

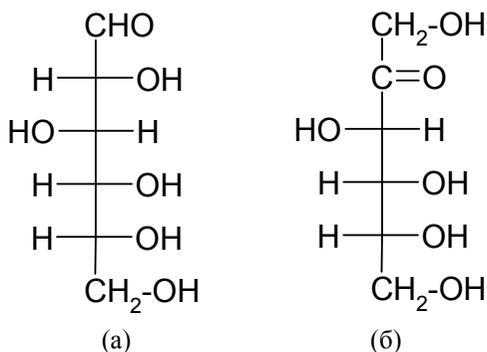


- олеиновая



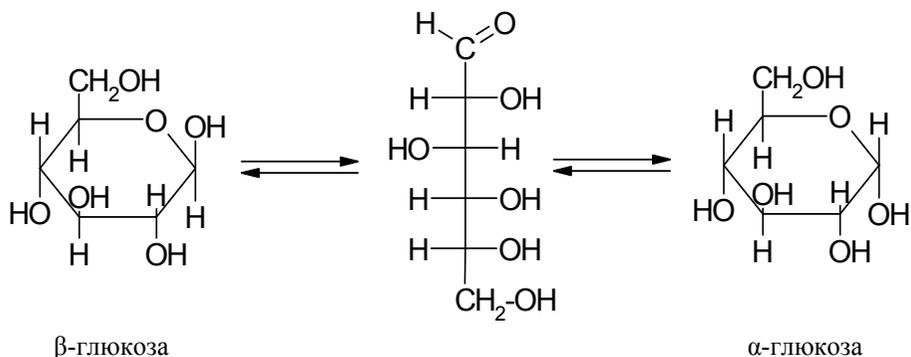
Углеводы – довольно обширная группа природных органических соединений. Углеводы играют большую роль в жизни человека, животных и растений; они широко распространены в природе, особенно в растительном мире, и составляют основную массу органического вещества на нашей планете. Состав углеводов чаще всего отвечает общей формуле $C_n(H_2O)_m$ ($n, m > 3$). Различают два типа углеводов – моносахариды (простейшие углеводы, которые нельзя гидролизовать на еще более простые) и полисахариды (сложные углеводы, которые подвергаются гидролизу с образованием простых углеводов). Моносахариды являются гетерофункциональными органическими соединениями, в молекулах которых одновременно содержатся и карбонильная (альдегидная или кетонная) и несколько гидроксильных групп, т.е. моносахариды представляют собой полигидроксикарбонильные соединения – полигидроксиальдегиды и полигидроксикетоны. В зависимости от этого моносахариды подразделяются на альдозы (в моносахариде содержится альдегидная группа) и кетозы (содержится кетогруппа).

По числу атомов углерода моносахариды делятся на тетразы, пентозы, гексозы и т.д. Большинство встречающихся в природе моносахаридов – это пентозы и гексозы. Важнейшими гексозами являются – глюкоза (а), относящаяся к альдогексозам, и фруктоза (б), относящаяся к кетогексозам:



Молекулы моносахаридов могут существовать не только в открытой (цепной) форме, но и в циклической (полуацетальной). В таких структурах отсутствует свободная карбонильная группа.

Цепная и циклическая формы моносахаридов являются таутомерными (кольчато-цепная таутомерия) и способны самопроизвольно переходить одна в другую в водных растворах. Такой переход совершается в зависимости от условий проведения реакций и характера реагентов. В кристаллическом состоянии моносахариды имеют циклическое строение, преимущественно шестичленное.



Химические свойства моносахаридов определяются функциональными группами, входящими в состав молекулы: моносахариды проявляют свойства спиртов и карбонильных соединений. При этом для альдоз, в отличие от кетоз, характерны реакции окисления альдегидной группы, поэтому подобные моносахариды называют восстанавливающими. При этом для всех моносахаридов характерны реакции, свойственные многоатомным спиртам, которые осуществляются, как правило, в полуацетальной форме.

Дисахариды при гидролизе образуют два одинаковых или разных моносахарида. В зависимости от того, с участием каких гидроксильных групп связаны две молекулы моносахарида в составе дисахаридов, они подразделяются на две группы: восстанавливающие и невосстанавливающие.

Важнейшие из полисахаридов – крахмал и целлюлоза. Они построены из остатков глюкозы и имеют общую формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить строение жиров и углеводов. Доказать присутствие в структуре жиров остатков высших карбоновых кислот, а в углеводах – гидроксильных и карбонильных функциональных групп.

Реактивы и материалы: дистиллированная вода, растительное масло, резорцин кристаллический, этиловый спирт, концентрированная соляная кислота, 2н. раствор серной кислоты, 2н. и 30%-ные растворы гидроксида натрия, 2н. раствор сульфата меди (II), аммиачный раствор оксида серебра, 2%-ные растворы глюкозы, фруктозы и сахарозы, 1%-ный крахмальный клейстер, 1%-ный спиртовой раствор йода.

Оборудование (на одно рабочее место): набор пробирок в штативе, спиртовка, лапка-держатель для пробирок, защитные очки, стеклянная палочка, электрическая плитка с водяной баней, стакан на 100 мл.

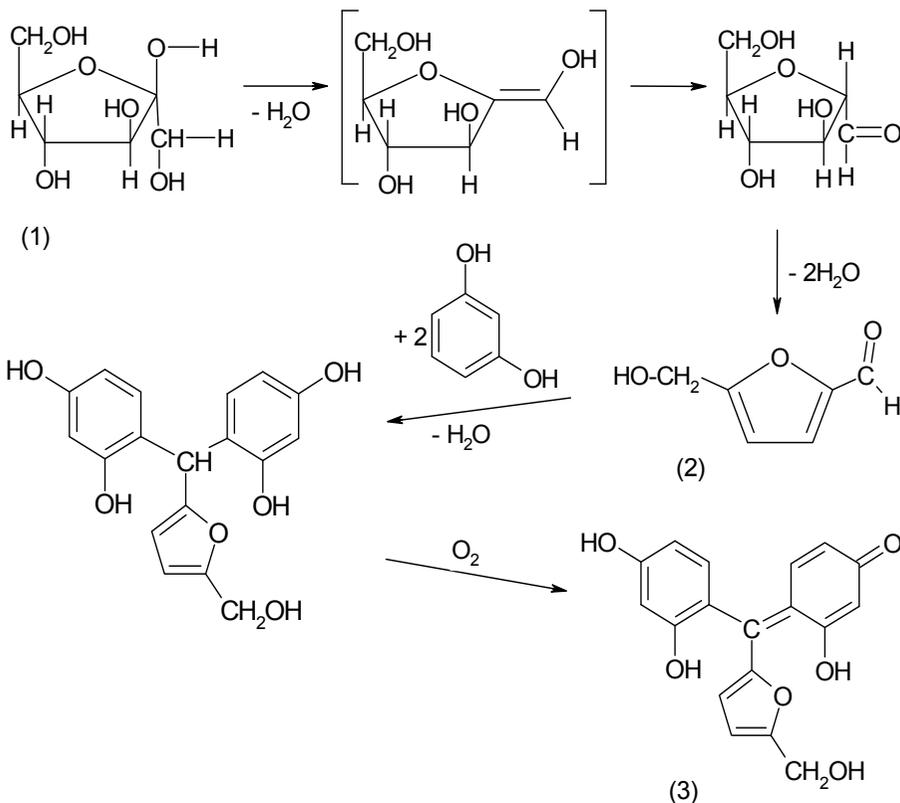
Опыт №1 Омыление жиров

К 0,5 мл подсолнечного или другого растительного масла добавьте 2 мл этилового спирта, 0,5 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия. Нагрейте смесь над пламенем спиртовки и осторожно кипятите в течение 5-6 минут (**РАБОТАТЬ ТОЛЬКО В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!**). Омыление можно считать законченным, если взятая стеклянной палочкой капля жидкости полностью растворится в дистиллированной воде с образованием обильной пены при встряхивании. *В результате какой химической реакции образуется мыло?*

Опыт №2 Цветные реакции на моносахариды

2-1. Реакция Селиванова на кетогексозы

Эта реакция позволяет различить альдогексозы и кетогексозы.



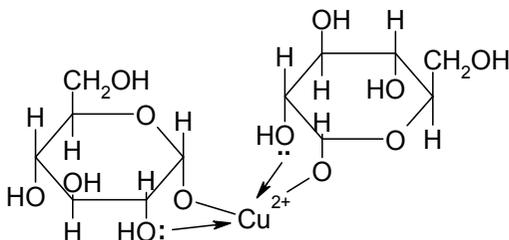
Поместите в пробирку крупинку сухого резорцина, 2 капли концентрированной соляной кислоты и 1 мл 2%-ного раствора фруктозы. Нагрейте смесь на водяной бане при температуре 80°C, наблюдая за постепенным появлением окрашивания раствора. При нагревании с соляной кислотой фруктоза (1) превращается в оксиметилфурфурол (2), который с резорцином образует соединение вишнево-красного цвета (3).

Проба также применима для обнаружения других кетогексоз.

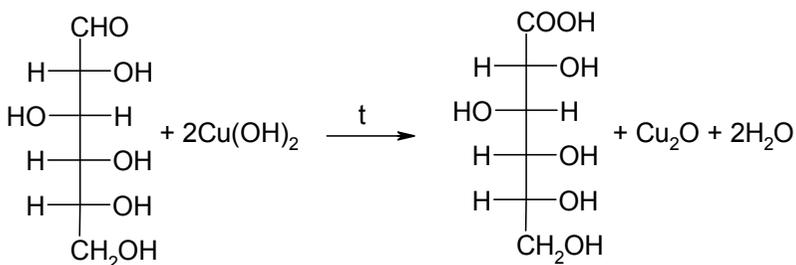
Альдогексозы также дают эту реакцию, но реакция у них протекает значительно медленнее, при длительном кипячении с образованием бледно-розовой окраски или вообще не взаимодействуют, что обуславливает специфичность реакции Селиванова на кетогексозы.

2-2. Проба Троммера на восстанавливающие углеводы

Налейте в пробирку 2 мл 2%-ного раствора глюкозы. Затем к раствору добавьте 1 мл 2н. раствора NaOH и 2-3 капли 2н. раствора CuSO₄. выпадающий осадок гидроксида меди (II) при встряхивании пробирки быстро растворяется с образованием темно-синего раствора вследствие образования комплексного соединения меди:



Осторожно нагрейте верхнюю часть пробирки до начала кипения на пламени спиртовки. Окисление глюкозы сопровождается выделением желтого осадка, переходящего при дальнейшем нагревании в красный осадок оксида меди (I):



Для каких углеводов, кроме глюкозы, характерна эта реакция (приведите несколько примеров)? Почему? Напишите структурные формулы этих

веществ. Что будет происходить, если раствор глюкозы заменить раствором сахарозы? Напишите уравнение соответствующей реакции.

2-3. Реакция «серебряного зеркала»

В тщательно вымытую пробирку налейте 1 мл аммиачного раствора оксида серебра и добавьте 1 мл 2%-ного раствора глюкозы. Пробирку поместите в стакан с горячей водой (60-80° С). Через некоторое время (5-10 мин) на стенках пробирки образуется слой восстановленного серебра («серебряное зеркало»). Эта реакция является качественной на альдегиды. **ВАЖНО:** если пробирка будет недостаточно чистой, выпадет черный осадок серебра. Как называются углеводы, дающие реакцию «серебряного зеркала» и почему? Приведите несколько примеров дисахаридов, дающих реакцию «серебряного зеркала».

Опыт №3

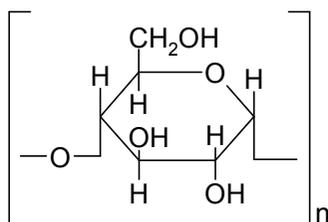
Гидролиз (инверсия) сахарозы

Налейте в две пробирки 2-3 мл 2%-ного раствора сахарозы. Добавьте в одну из пробирок 2-3 капли 2н. раствора серной кислоты. Обе пробирки нагрейте одновременно на кипящей водяной бане 10-15 мин. В то время как растворы в двух пробирках будут остывать, в двух других пробирках получите гидроксид меди (II) смешением 1 мл раствора 2н. сульфата меди (II) с равным объемом 2н. раствора гидроксида натрия. Содержимое первых двух пробирок вылейте в пробирки с гидроксидом меди (II). Подогрейте полученные растворы. Почему только в одной из пробирок образуется красный осадок оксида меди (I)?

Опыт №4

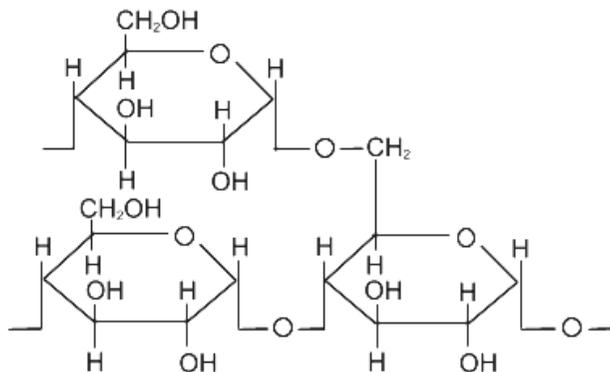
Качественная реакция на крахмал

Крахмал – природный полимер, смесь линейного – амилозы (а) и разветвленного – амилопектина (б) полисахаридов, построенных из остатков α-глюкозы:



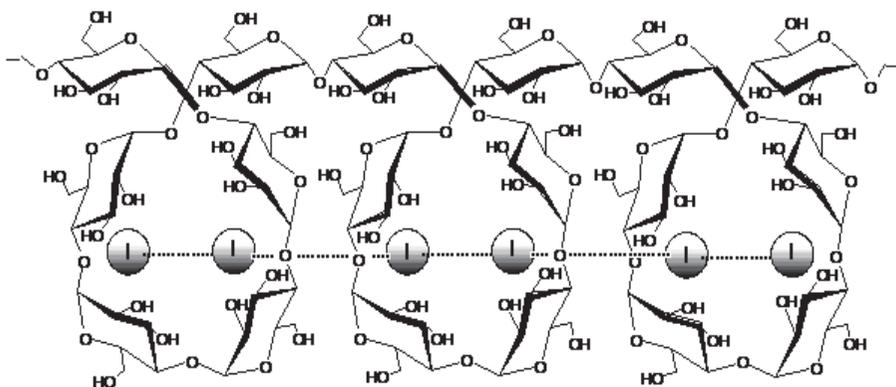
В горячей воде амилоза из зерен крахмала переходит в раствор, тогда как амилопектин дает коллоидный раствор – клейстер.

Качественной реакцией на крахмал является его взаимодействие с йодом – наблюдается интенсивное синее окрашивание.



(б)

С йодом амилоза образует соединение включения (клатратный комплекс) – йодкрахмал, окрашенное в характерный синий цвет. Молекулы амилозы в таких соединениях образуют вокруг молекулы йода спираль, каждый виток которой содержит 6 остатков глюкозы:



В пробирку налейте 2-3 мл 1%-ного крахмального клейстера и добавьте 1-2 капли 1%-ного спиртового раствора йода. Отметьте появление синей окраски. Нагрейте смесь. Какие изменения наблюдаются? Восстанавливается ли

прежняя окраска при охлаждении смеси? *На основании наблюдений сделайте вывод об устойчивости клатратного комплекса амилозы с йодом.*

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) Основная литература:

1. *Артеменко А.И.* Органическая химия: Учебное пособие для студентов нехимических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 664 с.
2. *Бландов А.Н.* Химия. Органическая химия. Конспект лекций. – СПб.: РГГМУ, 2005. – 75 с.
3. *Степанова Е.В., Степанов А.И.* Органическая химия: Методические указания. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 52 с.

б) Дополнительная литература:

1. *Бармин М.И.* Лекции по органической химии с решением задач: Учебное пособие. – СПб: «Геликон Плюс», 2010. – 314 с.
2. *Березин Б.Д., Березин Д.Б.* Курс современной органической химии: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 768 с.
3. *Иванов В.Г., Горленко В.А., Гева О.Н.* Органическая химия: Учебное пособие. – М.: «Академия», 2009. – 624 с.
4. *Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г.* Сборник задач и упражнений по органической химии: Учебное пособие. – М.: «Академия», 2007. – 320 с.
5. *Орлова А.М.* Практическое пособие по органической химии: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2005. – 224 с.
6. *Щербина А.Э., Матусевич Л.Г., Сенько И.В.* Органическая химия. Задачи и упражнения: Учебное пособие. – Минск: Новое знание, 2007. – 304 с.
7. *Юровская М.А., Куркин А.В.* Основы органической химии: Учебник для высшей школы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 236 с.

Учебное издание

Составитель: *Степанова Елена Владимировна*

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Редактор: *И.Г. Максимова*

ЛР № 020309 от 30.19. 96.

Подписано в печать 24.02.13. Формат 60х90 1/16. Гарнитура “Таймс”.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 2,75. Тираж 150 экз. Заказ № 157.

РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. 98.

Отпечатано в ЦОП РГГМУ
