

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Башкирский государственный аграрный университет»

Кафедра технологии мясных,
молочных продуктов и химии

Б1.О.15 Органическая химия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

Направление подготовки

19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки

Биоинженерия живых систем

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Уфа 2024

Рекомендовано к изданию методической комиссией
факультета пищевых технологий

(протокол №6 от 25 января 2024 г.)

Составитель: к.х.н, доцент Ишбердина Р.Р.

Ответственный за выпуск:

Заведующий кафедрой ТММП и химии
д. б. наук, профессор Миронова И.В.

г. Уфа, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, кафедра технологии мясных, молочных
продуктов и химии

Введение	4
Основные правила безопасности при работе в лаборатории	5
1 Предельные и непредельные углеводороды.....	
1.1 Алканы.....	10
1.2 Алкены.....	11
1.3 Алкины.....	13
2 Ароматические углеводороды (арены).....	15
3 Галогенопроизводные углеводов.....	17
4 Спирты.....	19
5 Оксосоединения.....	23
6 Карбоновые кислоты и их производные.....	25
7 Амины.....	28
8 Оксикислоты.....	31
9 Углеводы.	
9.1 Моносахариды.....	34
9.2 Дисахариды и полисахариды.....	37
10 Аминокислоты, белки.....	42
11 Гетероциклические соединения.....	45
Библиографический список	50

ВВЕДЕНИЕ

В процессе изучения органической химии в сельскохозяйственных вузах большое внимание уделяется лабораторно-практическим занятиям – одному из важнейших звеньев учебного процесса. Выполнение лабораторных работ в значительной мере способствует развитию у студентов экспериментальных навыков, глубокому пониманию и освоению предмета, умению делать выводы из полученных данных.

Целью данного методического пособия является помочь студентам закрепить теоретические знания, полученные на лекции и в процессе самостоятельного изучения материала по органической химии. Предложенные в методическом указании опыты знакомят с основными типами реакций различных классов органических соединений и их генетическими связями.

Методы, характер, приемы работы в лаборатории органической химии и используемая аппаратура, существенно отличаются от известных студенту при работе в лабораториях неорганической и аналитической химии. Органические вещества очень часто не являются электролитами и реакции с их участием протекают медленнее, чем обычные ионные реакции, и часто осложняются параллельными или вторичными процессами. В результате этого при реакции может образоваться не одно желаемое соединение, а смесь веществ различного характера. Поэтому при работе с органическими соединениями необходимо строго соблюдать указанные условия опыта: соотношение количеств реактивов, температуру, продолжительность операции и т.п., а также применять специальные приборы и приспособления.

Многие органические соединения малорастворимы в воде, поэтому работа с ними требует применения органических растворителей, большинство которых

являются либо летучими, либо легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

Приступая к работе в химической лаборатории, студент должен внимательно изучить правила техники безопасности и строго их выполнять. Во избежание воспламенения жидкостей или их паров на лабораторном столе необходимо вести работу аккуратно. Каждый работающий должен ознакомиться с правилами работы в лаборатории, с правилами предотвращения и ликвидации несчастных случаев и оказания первой помощи.

Каждому лабораторному занятию должна предшествовать домашняя подготовка студента по учебнику, лекционным записям.

По окончании работы следует сформулировать и занести в тетрадь выводы, полученные на основе результатов опыта или группы опытов.

Ответы нужно давать без лишних подробностей, четко, ясно и по существу. Описываемые свойства соединений должны быть проиллюстрированы примерами соответствующих реакций.

Отчёты по выполнению индивидуальных заданий должны быть аккуратно оформлены в виде таблицы и выставлены в форуме edu.bsau.ru. В конце отчёта укажите свою подпись и дату выполнения задания.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину и порядок.
2. Запрещается посторонним лицам посещать студентов, работающих в лаборатории и отвлекать их.

3. Не разрешается работать в лаборатории в отсутствии лаборанта или преподавателя. Категорически запрещается работать в лаборатории одному.
4. Запрещается производить в лаборатории какие-либо работы, не связанные непосредственно с выполнением задания.
5. В лаборатории не допускается работа без спецодежды – халата, с распущенными волосами и в верхней одежде.
6. Категорически запрещается пробовать вещества на вкус, нюхать выделяющиеся при реакции газы. Определять запах соединения можно лишь осторожно направляя к себе его пары легким движением руки.
7. В лаборатории категорически запрещается пить воду и принимать пищу.
8. Запрещается выливать в раковину остатки кислот, щелочей и сильно пахнущих жидкостей. Сливают их в специальные склянки, снабженные пробкой.
9. Запрещается бросать в раковину бумаги, песок и другие твердые вещества.
10. Особую осторожность необходимо соблюдать при работе с бромом!.....
11. Категорически запрещается проводить реакции с натрием и калием на кипящей водяной или паровой бане; даже, при отгонке эфира над натрием применяют воздушную, песчаную или масляную баню. Нельзя бросать обрезки натрия в раковины или мусорные ящики – это может привести к несчастному случаю или пожару. Обрезки или непригодные кусочки натрия хранят под слоем сухого керосина.
12. Во всех случаях особое внимание уделяйте защите глаз! Помните, что для роговицы глаз особенно опасны щелочь и аммиак. Пользуйтесь защитными очками!

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Первая помощь при несчастных случаях должна оказываться быстро и квалифицированно.

1. При порезах стеклом необходимо убедиться в отсутствии в ране осколков стекла, а затем смазать ее края спиртовым раствором йода. После этого в случае необходимости накладывается повязка.

2. При термическом ожоге I или II степени делают длительную примочку обожженного места 0,5% - ным раствором перманганата калия или этиловым спиртом, потом закрывают его стерильной повязкой и обращаются к врачу.

Для ожога I степени характерно покраснение кожи и появление болевых ощущений. При ожоге II степени возникают пузыри, прокалывать которые не рекомендуется. Ожоги III и IV степени сопровождаются сильным поражением кожи и появлением обнаженных участков тканей. При таких ожогах накладывают стерильную сухую повязку, дают большую дозу анальгетика и пострадавшего транспортируют к врачу.

3. При ожогах кислотами кожи или глаз сначала хорошо промывают пораженное место проточной водой, затем раствором гидрокарбоната натрия. При ожогах едкими щелочами кожи или глаз хорошо промывают обожженное место проточной водой, затем 1% раствором уксусной или 2%-ным раствором борной кислот и снова водой. Особенно опасно попадание щелочи и аммиака на роговицу глаз. При измельчении твердой щелочи обязательно надевайте очки! При ожогах кожи бромом быстро смойте большим количеством спирта и смажьте пораженное место мазью от ожогов. В случае попадания хлора или паров брома в легкие следует длительно вдыхать пары этилового спирта, затем выйти на свежий воздух. При сильных ранениях, ожогах и отравлениях после оказания первой помощи пострадавшего следует немедленно направить к врачу.

МЕТОДИКА ТУШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПОЖАРОВ В ХИМИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

1. Тушение загоревшейся одежды на человеке.

При загорании одежды надо действовать с учетом некоторых обстоятельств. При появлении пламени на небольшом участке одежды необходимо сорвать одежду и погасить ее на полу, вдали от воспламеняющихся предметов. Если пламя охватило большую часть одежды, нужно закутать пострадавшего в мокрую кошму или какую-либо верхнюю одежду. Если горит одежда ни в коем случае нельзя допускать резких движений!

2. Тушение пожаров на электроустановках.

При возникновении пожара обязательно обесточить установку, а затем гасить огонь водой, пеной, порошковыми средствами. Если же обесточить установку невозможно, применяют порошковые огнетушители газовые, углекислотные, сухие соли, сухой песок.

3. Тушение пожара на лабораторном столе.

Со стола убрать источник обогрева (горелку, спиртовку, электроплитку), отставить от очага пожара склянки с легковоспламеняющимися жидкостями, легковоспламеняющиеся предметы и только после этого накрыть пламя кошмой, засыпать песком или применить огнетушитель.

ЗАПИСЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Во время лабораторных работ студент обязательно должен вести протоколы опытов в специальной тетради. Рекомендуется следующая форма записи лабораторных работ (в тетради на развернутом листе):

Дата _____

Лабораторная работа № _____

Тема: _____

Название опыта	Уравнение основной реакции (с указанием по возможности механизма)	Условия опыта	Результат опыта	Выводы
1	2	3	4	5

Графы 1,2 и 3 заполняются дома при подготовке к практическому занятию, графы 4 и 5 – в лаборатории после проведения каждого опыта. Условия опыта (графа 3) указываются очень кратко: обычные условия, нагревание, охлаждение и т.д. Результат опыта (графа 4) также записывается несколькими словами: выпадение черного осадка, синее окрашивание раствора, выделение бесцветного горючего газа и т.д. При заполнении протоколов опытов особое внимание следует обратить на графу 5. Выводы из каждого опыта должны быть хорошо продуманы и изложены кратко и ясно, но с достаточной глубиной.

1 ПРЕДЕЛЬНЫЕ И НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Алканы

Алканы или парафины – алифатические предельные углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой σ -связью.

Атомы углерода в предельных углеводородах находятся в первом валентном состоянии (sp^3 – гибридизации). Это значит, что углеродные атомы в алканах полностью насыщены водородом. Поэтому предельные углеводороды не вступают в реакции присоединения. Они проявляют при обычных условиях чрезвычайно высокую химическую инертность: не взаимодействуют с кислотами, щелочами, окислителями, активными металлами (например, металлический натрий можно хранить в керосине).

Основные химические превращения предельных углеводородов идут только при сообщении им достаточно высокой энергии (за счет нагревания или УФ-облучения). При этом происходит разрыв связи C–H с последующим замещением атома водорода на другие атомы, или разрыв молекулы по связи C–C. Связи C–C и C–H, образованные по типу ковалентной и ковалентно-полярной, при разрыве образуют радикалы, т.е. этот разрыв идет по гомолитическому

$(A \overset{\cdot}{-} B \rightleftharpoons A^{\cdot} + B^{\cdot})$, а не гетеролитическому механизму $(A : B \rightleftharpoons A^{+} + :B^{-})$

Таким образом, для предельных углеводородов различают два основных типа химических реакций:

- 1) реакции замещения водорода с разрывом связи C – H;
- 2) реакции расщепления молекулы с разрывом C – C-связей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.1

Цель работы: получение и изучение химических свойств алканов.

Реактивы и оборудование: 2н. HCl; 0,1н. KMnO₄; 0,1н. Ba(OH)₂ (баритовая вода); Br₂ в CCl₄, Br₂ в H₂O; гексан; гептан, ацетат натрия (обезв.), натронная известь.

штатив с пробирками, держатель для пробирок; газоотводная трубка; спиртовка.

Опыт 1.1

Получение метана и исследование его свойств

В пробирку А, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают смесь равных весовых частей обезвоженного (сплавлением) ацетата натрия и натронной извести на высоту около 10 мм. Держа пробирку в горизонтальном положении, нагревают ее в пламени спиртовки и поджигают газообразный метан, выделяющийся из отверстия трубки. Что наблюдается? Обращают внимание на цвет пламени. Убедившись, что метан горит, тотчас опускают конец газоотводной трубки в пробирку с заранее приготовленным раствором марганцево-кислого калия (1 каплю 0,1н KMnO_4 и 5 капель воды). Что при этом происходит? После этого опускают конец газоотводной трубки во вторую пробирку, предварительно поместив в эту пробирку 5 капель бромной воды. Какие изменения при этом наблюдаются? Чтобы убедиться какие химические процессы протекают при образовании метана, в охлажденную пробирку А добавляют 2-3 капли 2н. HCl . Что при этом происходит? Пропускают газ в предварительно приготовленный раствор с 2-3 каплями гидрата окиси бария. Что при этом наблюдается? На основании этого наблюдения написать уравнение реакции.

Опыт 1.2

Свойства предельных углеводородов

В две пробирки помещают по 1 мл предельного углеводорода (гексана или гептана). В первую пробирку добавляют 1 мл раствора брома в CCl_4 . Почему не происходит обесцвечивание раствора? Во вторую пробирку добавляют 1 мл раствора перманганата калия в воде. Встряхивают содержимое. Обесцвечивание раствора не происходит. Почему?

Алкены

Алкенами называются углеводороды, в молекулах которых имеется одна двойная связь, состоящая из одной π - и одной σ -связи.

В алкенах атомы углерода находятся во втором валентном состоянии – (sp^2 – гибридизации). Химические свойства алкенов определяет двойная – углерод – углеродная связь.

При действии на двойную связь различных реагентов разрывается π -связь, как наименее прочная и более реакционно способная. Это объясняется тем, что образующие ее p -электроны более доступны для электрофильного реагента, чем электроны π -связи.

В химических превращениях алкены выступают в качестве доноров электронов. Поэтому электрофильные реагенты как (H_2O , HCl , $HOCl$, H_2SO_4 и пр.) энергично взаимодействуют с ними.

Эти реакции, протекающие по гетеролитическому механизму, называются реакциями электрофильного присоединения (A_E). Реакции с нуклеофильными реагентами, а также реакции присоединения, протекающие по гомолитическому механизму с участием свободных радикалов (A_R) для алкенов менее характерны.

Алкены легко окисляются. Направление окисления и характер образующихся продуктов зависят от строения алкенов, вида окислителя и условий окисления.

Некоторые алкены легко вступают в реакцию полимеризации.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.2

Цель работы: получение и изучение химических свойств алкенов.

Реактивы и оборудование: 0,1н. $KMnO_4$, H_2SO_4 конц; Br_2 в H_2O ;

Al_2O_3 (порошок), штатив с пробирками; держатель для пробирок, газоотводная трубка; спиртовка.

Опыт 1.3

Получение этена и изучение его свойств

В пробирку А помещают 8 капель концентрированной серной кислоты, 4 капли этанола и несколько крупинок оксида алюминия в качестве катализатора. Пробирку А закрывают пробкой с газоотводной трубкой и конец ее опускают в

пробирку Б с 4 каплями насыщенной бромной воды. Нагревают на пламени спиртовки пробирку А. Запишите свои наблюдения.

После этого конец газоотводной трубки опускают в заранее приготовленную пробирку В с 1 каплей 0,1н. KMnO_4 и 5 каплями воды. Продолжая нагревание пробирки А, обратите внимание на изменение окраски раствора KMnO_4 . Убирают пробирку В и поджигают газообразный этен у конца газоотводной трубки. Опишите свои наблюдения и дайте уравнения протекающих реакций.

Алкины

Алкинами называют алифатические углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь, которая состоит из одной σ -связи и двух π -связей. У атома углерода, связанного тройной связью, гибридизованы одна s- и одна p-орбиталь, поэтому он находится в состоянии sp-гибридизации. Две гибридные sp-орбитали каждого атома углерода, образуют одинарные σ -связи с атомом водорода и соседним углеродом. Оставшиеся две p-орбитали атома углерода перекрываются с аналогичными орбиталями другого углеродного атома и образуют две π -связи.

Межъядерное расстояние атомов углерода в этине (0,1203 нм) меньше, чем в этене (0,1332 нм) и этане (0,154 нм).

Большая степень связывания атомов углерода тройной связью, чем двойной, приводит к ее упрочению и укорачиванию. Вследствие этого π -электроны в большей степени сконцентрированы в пространстве между ядрами, и поэтому внешние области ядра оказываются относительно обедненными электронной плотностью. Этим объясняется меньшая активность ацетиленовой связи по сравнению с этиленовой к реакциям электрофильного присоединения (A_E) и большая склонность к взаимодействию с нуклеофильными реагентами (S_N), которые замещают водород в молекуле алкина.

Изменение характера гибридизации атома углерода в ряду этан-этиленацетилен приводит к возрастанию его электроотрицательности. Поэтому sp -гибридизация обуславливает смещение π -электронов связи $C^{\ominus} - H^{\oplus}$ к углероду и поляризацию связи, вследствие чего уменьшается межъядерное расстояние, увеличивается дипольный момент этой связи и усиливается способность водорода отрываться в виде протона. Действительно, кислотность этина по сравнению с этеном и этаном наибольшая.

Можно предвидеть несколько направлений, по которым будут реагировать ацетиленовые углеводороды: а) присоединение по месту разрыва тройной связи; б) замещение водородных атомов у углерода при тройной связи; в) присоединение алкинов с разрывом связи углерод – водород.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.3

Цель работы: получение и изучение химических свойств алкинов.

Реактивы и оборудование: 0,1н. $KMnO_4$, фенолфталеин, 1% -спиртовой раствор; Br_2 в H_2O ; карбид кальция (CaC_2).

штатив с пробирками, газоотводная трубка, спиртовка.

Опыт 1.4 **Получение этина и изучение его свойств**

В пробирку А поместить маленький кусочек карбида кальция CaC_2 и добавить 2 капли воды. Что происходит при этом? Горит ли образовавшийся газ? После этого, полученный газ пропустить в раствор из 5 капель воды и 1 капли 0,1н $KMnO_4$, а затем в раствор из 5 капель бромной воды. Какие изменения при этом происходят? В пробирку А по окончании реакции добавить 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Объясните появление ярко-красного окрашивания?

2 АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Арены

К ароматическим соединениям, или аренам, относится большая группа соединений карбоциклического ряда, молекулы которых содержат устойчивую циклическую группировку, обладающую особыми физическим и химическими свойствами.

К таким соединениям относятся прежде всего бензол и его гомологи и производные.

Главной особенностью ароматических соединений является равномерное распределение p -электронной плотности в молекуле. Наличие единой замкнутой системы p -электронов в молекуле – основной признак ароматичности. Ароматические соединения подчиняются правилу Э. Хюккеля: плоские моноциклические соединения, имеющие сопряженную систему p -электронов, могут быть ароматическими, если число этих электронов равно $4n+2$ (где $n = 0,1,2,3$, и т.д.), т.е. число p -электронов может быть 2,6,10,14 и т.д.).

Эти особенности обуславливают все важнейшие физические и химические свойства ароматических соединений. Например, они вступают преимущественно в реакции замещения, а не присоединения. В основном это реакции электрофильного замещения (S_E). К ним относятся реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, реакции алкилирования и ацилирования (реакция Фриделя – Крафтса) и др.

Для ароматических углеводородов известны реакции замещения, идущие по нуклеофильному (S_N) и радикальному (S_R) механизмам. Однако эти реакции менее характерны для ароматических углеводородов.

Ароматические соединения вступают в реакции присоединения в очень жестких условиях (гидрирование, присоединение галогенов). Гомологи

ароматических углеводородов относительно легко окисляются по π -углеродному атому по отношению к бензольному кольцу.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Цель работы: изучение физических и химических свойств ароматических углеводородов.

Реактивы и оборудование: 0,1н. KMnO_4 ; 2н. H_2SO_4 ; H_2SO_4 конц.; Br_2 в H_2O ; Br_2 в CCl_4 ; бензол; толуол; нитрат аммония NH_4NO_3 (сухое вещество).

штатив с пробирками; держатель для пробирок; газоотводная трубка; спиртовка.

Опыт 2.1 **Растворимость бензола в воде**

1. В пробирку с 5 каплями воды добавляют 5 капель бензола и перемешивают.

После стояния делают вывод о растворимости бензола в воде.

2. **Отношение бензола к бромной воде.** В пробирку с 3 каплями бромной воды добавляют 3 капли бензола. Содержимое тщательно перемешивают. Бензол легче воды и в ней не растворяется. Поэтому после встряхивания смеси бензола он всплывает наверх при стоянии. Нижний слой бромной воды при этом обесцвечивается. Однако такое обесцвечивание объясняется не тем, что бром присоединяется по месту двойных связей, как это наблюдалось, например, у этена, а тем, что бром лучше растворяется в бензоле, чем в воде, и поэтому переходит в верхний слой бензола, окрашивая его в желтый цвет. Это процесс физический, а не химический.

3. **Отношение бензола к раствору перманганата калия в кислоте.** В пробирку с 5 каплями воды добавляют 1 каплю 0,1н KMnO_4 и 1 каплю H_2SO_4 . К полу-

ченному розовому раствору добавляют 1 каплю бензола и встряхивают.

Что происходит с раствором? На основе своих наблюдений сделайте выводы о реакционной способности бензола.

Опыт 2.2 Окисление боковых цепей гомологов бензола

В пробирку с 5 каплями воды помещают 1 каплю 0,1н. KMnO_4 и 1 каплю 2н. H_2SO_4 . Добавляют 1 каплю толуола и, энергично встряхивая, нагревают над пламенем горелки.

Какие изменения происходят при нагревании?

Опыт 2.3 Получение динитробензола (реакция Степанова) В сухую пробирку помещают 1 лопаточку нитрата аммония (NH_4NO_3), растворяют его в 1 мл конц. H_2SO_4 под вытяжным шкафом и к охлажденному раствору добавляют 1-2 капли бензола. При хорошем перемешивании бензол растворится (иногда надо слегка подогреть). Реакционную смесь выливают в другую пробирку с холодной водой. Что при этом происходит?

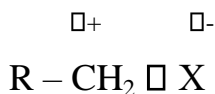
3 ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Галогенопроизводные углеводородов – продукты замещения атомов водорода в углеводородах на одну или несколько атомов галогена.

Большинство галогенопроизводных углеводородов (галогеналкилов) – весьма реакционно-способные соединения. Наибольшее значения для соединений этого класса имеют реакции замещения и отщепления. Химические свойства галогеналкилов определяет прежде всего связь $\text{C} - \text{X}$ ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$). Связь $\text{C} - \text{X}$ в галогеналкилах характеризуется повышенной полярностью. Объясняется это большей электроотрицательностью атома галогена по сравнению с углеродом, с которым он связан.

Смещение электронной плотности происходит в сторону атома галогена (-I-эффект). Такое перераспределение электронной плотности приводит к тому,

что на атоме галогена возникает частичный отрицательный заряд (\ominus -), а на атоме углерода – частичный положительный (\oplus):



В результате \ominus -связь C – X становится поляризованной. Пониженная электронная плотность на атоме углерода и определяет высокую, в отличие от предельных углеводородов, реакционную способность галогенопроизводных, которые легко вступают в реакции нуклеофильного замещения (S_{N}) и отщепления (элиминирования) (E).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Цель работы: изучение способов получения и химических свойств галогенопроизводных углеводородов.

Реактивы и оборудование: 2н. NaOH; H_2SO_4 конц.; 0,2н. AgNO_3 ; I_2 в растворе KI; хлорбензол; этанол; NaCl(тв.); хлоральгидрат (крист).

штатив с пробирками; держатель для пробирок; предметные стекла; спиртовка, микроскоп.

Опыт 3.1 **Получение хлорэтана из этанола**

Насыпают в пробирку мелкие кристаллы хлорида натрия на высоту около 3 мм и добавляют 3-4 капли этилового спирта., чтобы вся соль была смочена спиртом. Затем добавляют 3-4 капли серной кислоты и нагревают над пламенем спиртовки не допуская слишком быстрого выделения хлористого водорода. Для контроля за ходом образования хлорэтана подносят отверстие пробирки к пламени спиртовки и поджигают (хлорэтан горит с образованием характерного колечка зеленого цвета). После первоначального нагревания, как только будет

замечено хотя бы слабое зеленое колечко хлорэтана нагрев прекращают. Необходимо написать уравнения реакций.

Примечание. Не следует без нужды нагревать пробирку, так как при реакции выделяется значительное количество хлористого водорода. По этой причине не следует пытаться определить запах хлорэтана.

Опыт 3.2 Получение хлороформа из хлоральгидрата

В пробирку помещают 3-4 кристалла хлоральгидрата, добавляют 6-8 капель 2н. NaOH и слегка подогревают жидкость, помутневшую уже при комнатной температуре. Что при этом происходит? Следует обратить внимание на запах образующейся жидкости, сравнивая его с запахом хлороформа из склянки.

Необходимо написать уравнения реакций.

Опыт 3.3 Получение иодоформа из этанола

В пробирку помещают 2 капли этанола, 3 капли раствора иода в иодистом калии и 3 капли 2н. NaOH. При слабом нагревании, (иногда даже от тепла рук) появляется белая муть с характерным очень стойким запахом иодоформа. При растворении мути надо к теплomu раствору добавляют еще 3-5 капель раствора иода. Подождать 2-3 минуты до формирования кристаллов. Затем при помощи пипетки берут со дна пробирки 2 капли жидкости с кристаллами иодоформа, переносят их на предметное стекло под микроскоп и зарисовывают в журнале форму полученных кристаллов. Написать уравнения реакций.

Примечание. Нагревают смесь иода со спиртом и щелочью до кипения, но не кипятят, так как образующийся иодоформ будет разлагаться.

Опыт 3.4 Сравнительная подвижность галогена в бензольном ядре и в боковой цепи

а). Помещают в пробирку 1 каплю хлорбензола (C_6H_5Cl) и 5 капель воды. Содержимое пробирки нагревают до кипения и к горячему раствору прибавляют 1 каплю 0,2н $AgNO_3$. Что при этом наблюдается?

б) Помещают в пробирку 1 каплю хлористого бензила ($C_6H_5CH_2Cl$) и 5 капель воды. Содержимое пробирки нагревают до кипения и к горячему раствору прибавляют 1 каплю 0,2н $AgNO_3$. Что при этом происходит? Описать в журнале.

4 СПИРТЫ

Спирты или алкоголи-производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на соответствующее число гидроксильных групп.

Химические свойства спиртов определяются реакционноспособной гидроксильной группой и строением связанного с ней радикала.

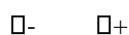
Реакции, в которые вступают спирты, можно разбить на следующие группы:

I. Реакции идущие с участием только атома водорода гидроксильной группы (разрыв связи $O - H$).

II. Реакции, происходящие с замещением или отщеплением всей гидроксильной группы (разрыв связи $C - O$)

III Реакции окисления, в которых одновременно принимают участие гидроксильная группа, α -водородные атомы или соседние связи углерод – углерод. Спирты – практически нейтральные вещества. Однако, атом водорода гидроксильной группы, обладая некоторой подвижностью, способен вступать в реакции замещения.

Кислород как более электроотрицательный элемент, оттягивая электронную плотность в свою сторону, способствует поляризации связи $O - H$:

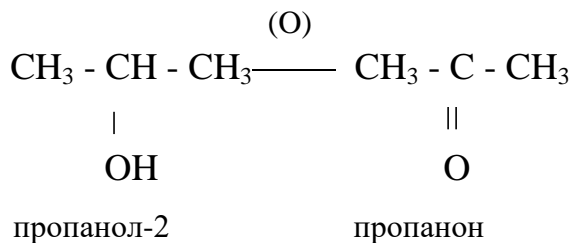




В результате происходит замещение атома водорода на щелочные или, при соответствующих условиях, на другие металлы (Ca, Al, Mg).

По способности отщепления водорода спирты можно расположить в такой ряд: первичные \square вторичные \square третичные.

При окислении спиртов образуются различные продукты. Первичные спирты при этом переходят в альдегиды, а вторичные – в кетоны:



Третичные спирты наиболее стойки к действию окислителей. Поэтому при их окислении в жестких условиях происходит расщепление молекулы с образованием смеси кислот.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Цель работы:

Изучение химических свойств спиртов.

Реактивы и оборудование: 2н. H_2SO_4 ; 0,5н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 2н. KMnO_4 ; 2н. NaOH ; 0,2н. CuSO_4 ; 2,4-динитрофенилгидразин; глицерин, фенолфталеин, 1%-ный спиртовой раствор; этанол; натрий металлический; ацетат натрия (обезв.).

штатив с пробирками; держатель для пробирок;

скальпель; пинцет; фильтровальная бумага; спиртовка.

Опыт 4.1

Получение этилата натрия

Помещают в пробирку маленький кусочек металлического натрия (кубик 2х2х2 мм). Добавляют 3 капли этанола и закрывают отверстие пробирки пальцем. Что наблюдается? По окончании реакции, не отрывая пальца от отверстия пробирки, подносят ее к пламени спиртовки. При открытии пробирки водород воспламеняется, образуя маленькое колечко голубоватого цвета. На дне пробирки остается беловатый осадок этилата натрия. От прибавления 2-3 капель воды осадок растворяется (примечание 1). При добавлении 1 капли фенолфталеина раствор окрашивается? Почему?

Примечание 1. Иногда наблюдается очень незначительная вспышка за счет ничтожных остатков непрореагировавшего натрия, если его было взято больше, чем надо.

Опыт 4.2 **Реакция глицерина с гидратом окиси меди в щелочной среде**

Помещают в пробирку 3 капли 0,2н. CuSO_4 , 3 капли 2н. NaOH и взбалтывают. Что при этом наблюдается? Полученный раствор нагревают. Что при этом происходит и почему?

Опыт повторяют, но перед кипячением гидроксида меди добавляют в пробирку 1 каплю глицерина. Полученный раствор нагревают на пламени спиртовки. Сравнить наблюдаемые эффекты и дать их объяснение. Выводы подтвердить уравнениями химических реакций.

Опыт 4.3

Окисление этанола хромовой смесью

Помещают в пробирку 2 капли этанола и добавляют 1 каплю 2н H_2SO_4 и 2 капли 0,5н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Полученный оранжевый раствор нагревают над пламенем микрогорелки до начала изменения цвета. Обычно уже через несколько секунд цвет раствора становится синевато-зеленым (цвет солей оксида хрома (III)). Одновременно ощущается характерный запах этанала. Для

подтверждения его образования в пробирку с каплей полученного раствора вводят 3 капли этанола и 3 капли раствора 2,4-динитрофенилгидразина. Образование альдегида подтверждается выпадением оранжевого осадка. Написать уравнение реакции.

Опыт 4.4

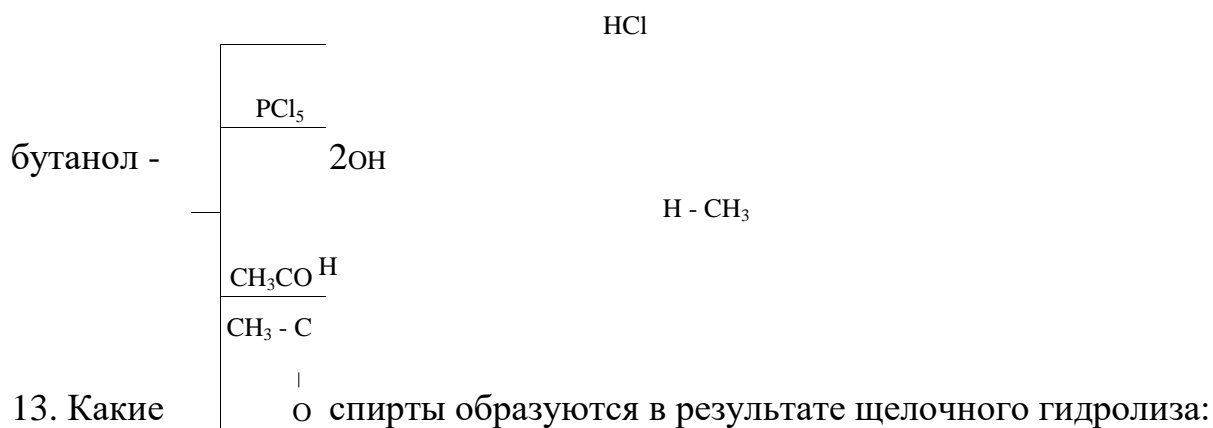
Получение диэтилового эфира

В сухую пробирку помещают 2 капли этанола и 2 капли концентрированной серной кислоты. Пробирку осторожно нагревают до начала незначительного побурения раствора. Образование диэтилового эфира можно обнаружить по характерному запаху. К горячей смеси добавляют еще 2 капли этанола. Без дополнительного нагревания образуется новая порция диэтилового эфира, запах его становится более заметным. Сравните его с запахом готового диэтилового эфира.

Опыт 4.5

Получение этилового эфира этановой кислоты

В сухую пробирку помещают немного (высота слоя около 2 мм) порошка обезвоженного ацетата натрия и 3 капли этанола. Добавляют 2 капли концентрированной серной кислоты (в вытяжном шкафу) и осторожно нагревают над пламенем спиртовки. Через несколько секунд появится характерный приятный освежающий запах уксусноэтилового эфира. Напишите уравнение реакций.



а) 2-бромпропана; б) 1,4-дибромбутана; в) 3-хлорбутена-1?

14. Как получить 2-метилбутанол-2 из 2-метилбутанол-1?

15. Напишите схему синтеза бутанол-2 из этана.

5 ОКСОСОЕДИНЕНИЯ

Альдегиды и кетоны

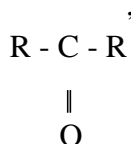
Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, в которых содержится одна или более карбонильных групп $\text{C}=\text{O}$.

Карбонильная группа иногда называется оксогруппой, поэтому эти соединения часто называют оксосоединениями.

Если карбонильная группа связана с одним радикалом и водородом, то такие соединения называются альдегидами.

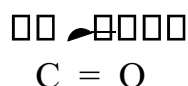


Соединения, в которых карбонильная группа соединена с двумя одинаковыми или разными радикалами, называются кетонами



Высокая химическая активность альдегидов и кетонов определяется карбонильной группой $\text{C}=\text{O}$

Двойная связь этой группы, как и в этиленовых углеводородах, состоит из одной σ - и одной π -связи. Однако, в отличие от обычной двойной углерод – углеродной связи двойная связь в карбонильной группе сильно поляризована. Причина этого – в разности электроотрицательностей атомов кислорода и углерода. В результате происходит смещение π -электронной плотности в сторону атома кислорода:



По этой причине альдегиды и кетоны обладают высокой реакционной способностью. Основными типами химических реакций, характерных для альдегидов и кетонов являются реакции: - присоединения по карбонильной группе;

- замещения атома кислорода;
- \square - водородного атома;
- окисления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Цель работы: получение и изучение химических свойств альдегидов и кетонов.

Реактивы и оборудование: 0,2н. NaOH; 2н. NH_4OH ; 0,2н. AgNO_3 , HNO_3 конц.; I_2 в растворе HI 1%; метаналь – 1%; метаналь – 40%; метиловый красный – метил-рош-0,2%; фенолфталеин – 1%; пропанон; 2,4динитрофенилгидразин, ацетат натрия (обезв.).

штатив с пробирками, держатель для пробирок, газоотводная трубка, предметные стекла, спиртовка.

Опыт 5.1 **Окисление метанала аммиачным раствором окиси**

серебра (восстанавливающая способность альдегидной группы). На 2 предметные стекла А и Б наносят последовательно по 1 капле 0,2н раствора AgNO_3 . К капле на стекле А добавляют 1 каплю 0,2н раствора NaOH. К полученному бурому осадку, помешивая ее тонкой стеклянной палочкой, добавляют по каплям 2н NH_4OH до растворения осадка (1-2 капли). К капле азотнокислого серебра на стекло Б не добавляя щелочи, прибавляют сразу 1 каплю 2н NH_4OH . Образуется бурый осадок гидроксида серебра. Растворяют,

добавляя по каплям избыток раствора аммиака (1-2 капли). К прозрачным каплям на обоих стеклах добавляют по 1 капле 1%-ного формалина. На стекле А без всякого подогревания мгновенно получится восстановленное серебро в виде черного пятна.

На стекле Б при легком нагревании (держат стекло на расстоянии 15-20 см над пламенем спиртовки) образуется блестящий зеркальный налет металлического серебра (поверхность стекла должна быть чистой). Положительной реакцией считается даже простое почернение или побурение бесцветного раствора. Объяснить химизм наблюдаемого эффекта.

Опыт 5.2 **Самоокисление водных растворов формальдегида**

Помещают в пробирку 2-3 капли 40%-го раствора метанала и добавляют 1 каплю индикатора метилрот-метилового красного. Какие изменения в окраске при этом происходят и почему?

Опыт 5.3 **Получение ацетона из ацетата натрия**

В сухую пробирку А, снабженную пробкой с газоотводной трубкой помещают около 0,1 г обезвоженного уксуснокислого натрия. Высота слоя 6-7 мм. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, нижний конец которой опущен в пробирку Б с 10 каплями воды. Держат рукой пробирку Б с водой так, чтобы пробирка А находилась в горизонтальном положении, нагревают последнюю в пламени спиртовки. Ацетат натрия сначала плавится, потом слегка поднимается от паров пропанона, которые перегоняются и затем конденсируются в пробирке Б. О получении пропанона свидетельствует его характерный запах (сравнить с эталоном). Привести уравнения реакций. Содержимое пробирки Б сохранить для последующих опытов.

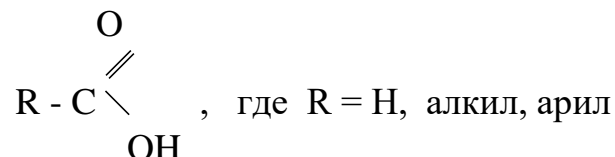
Опыт 5.4 **Открытие пропанона в виде 2,4-динитрофенилгидрозона**

В пробирку с 5 каплями водного пропанона (из опыта 4) прибавляют 5 капель этанола. К полученному раствору добавить 3 капли раствора 2,4динитрофенилгидразина и наблюдают выпадение осадка оранжевого цвета.

Напишите уравнение этой реакции.

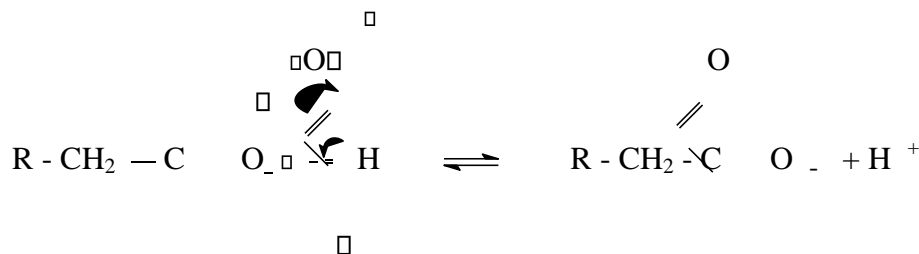
6 КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Карбоновыми кислотами называются соединения, содержащие в молекуле карбоксильную группу – COOH. Общая формула карбоновых кислот:



Карбоновые кислоты можно рассматривать как функциональные производные углеводородов, в которых атом водорода замещен на карбоксильную группу.

Кислотность карбоновых кислот определяется наличием карбоксильной группы. В карбоксильной группе смещение π -электронов двойной связи карбонильной группы к атому кислорода вызывает смещение электронной плотности от водорода в группе O – H, что облегчает его отрыв в виде протона:



Активность карбонильной группы определяется величиной положительного заряда на атоме углерода. Величина положительного заряда (O^+) зависит от природы радикала (R). Если в алкильном радикале атом водорода замещен на электронно-акцепторную группу, то (O^+) заряд на атоме углерода увеличивается. Поляризация связи O – H повышается и, следовательно, облегчает диссоциацию, увеличивая силу кислоты.

Для кислот наиболее типичны реакции, связанные с кислотными свойствами:

а) образование солей – замещением водорода OH-группы;

- б) нуклеофильное замещение ОН-группы с образованием функциональных производных;
- в) реакция декарбоксилирования;
- г) реакция замещения β -водородного атома.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Цель работы: получение и изучение химических свойств карбоновых кислот

Реактивы и оборудование: 2н. H_2SO_4 ; H_2SO_4 конц.; 0,1н. KMnO_4 ; 2н. NaOH ; 2н. NH_4OH ; 0,2н. AgNO_3 ; 0,2н. CuSO_4 ; хлороформ; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (баритовая вода); формиат натрия (обезв.); ацетат натрия (обезв.); мочевины; штатив с пробирками; пипетки; спиртовки.

Опыт 6.1 Получение метановой кислоты из хлороформа и ее открытие

В пробирке А готовят аммиачный раствор оксида серебра (1 каплю 0,2н. AgNO_3 и 1 каплю 2н. NaOH), образовавшийся при этом осадок гидроксида серебра растворяют, прибавив 2 капли 2н. NH_4OH . В пробирку Б помещают 1 каплю хлороформа и 2 капли 2н. NaOH . Осторожно нагревают пробирку Б до исчезновения капли хлороформа. После этого в пробирку Б вливают заготовленный реактив. Что при этом происходит и почему? Привести уравнения реакций.

Опыт 6.2 Окисление муравьиной кислоты марганцевокислым калием

Подготавливают пробирку А, закрывающуюся пробкой с газоотводной трубкой. Помещают в нее несколько крупинок формиата натрия HCOONa и прибавляют последовательно 3 капли 2н. H_2SO_4 и 2 капли 0,1н. KMnO_4 . Плотнo закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, а нижний конец трубки помещают в пробирку Б с 4-5 каплями баритовой воды $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Пробирку А

осторожно нагревают над пламенем спиртовки. Что при этом наблюдается в пробирках А и Б? Привести уравнения реакций.

**Опыт 6.3 Разложение метановой кислоты при нагревании с
концентрированной серной кислотой**

Помещают в пробирку несколько кусочков формиата натрия на высоту 12 мм, добавляют туда 2 капли концентрированной H_2SO_4 и нагревают над пламенем спиртовки. Что при этом наблюдается? Выделяющийся газ поджигают, поднеся отверстие пробирки к пламени спиртовки. Горит ли он и почему? Привести уравнения реакций.

Опыт 6.4 Получение натриевой соли щавелевой кислоты

Помещают в сухую пробирку несколько крупинок формиата натрия и нагревают над пламенем спиртовки (осторожно!) не допуская обугливания вещества. Что при этом происходит? Горит ли выделяющийся газ? На основании полученных результатов напишите строение щавелевой кислоты.

Опыт 6.5 Разложение мочевины при нагревании.

Образование биурета и циануровой кислоты

Помещают в сухую пробирку А лопаточку мочевины и осторожно нагревают над пламенем спиртовки. Пробирку греют до прекращения выделения пузырьков газа. Что за газ? Пробирку охлаждают и в затвердевшую массу добавляют 5-6 капель воды и кипятят в течение 2-3 минут. Снова охлаждают пробирку (А) и дают отстояться раствору, который осторожно сливают от осадка в другую пробирку (В). В пробирку (В) с раствором добавляют последовательно 2 капли 2н раствора гидрата окиси натрия и 1 каплю 0,2н раствора сульфата меди. Что при этом наблюдается? Написать уравнение реакции образования биурета.

К оставшемуся в пробирке (А) осадку добавляют 2-3 капли 2н раствора аммиака, энергично встряхивают и добавляют 1 каплю 0,2н раствора сульфата

меди. Что образуется? Описать свои наблюдения и привести уравнения реакций.

7 АМИНЫ

Аминами называются производные углеводородов, образованные замещением в последних атомов водорода на группы – NH_2 , $-\text{NHR}$ или $-\text{NRR}^1$. Амины можно рассматривать и как производные аммиака, в молекуле которого атомы водорода замещены на углеводородные радикалы. Однозамещенные производные аммиака называют первичными, двухзамещенные – вторичными, трехзамещенные – третичными аминами.

Химическое поведение аминов определяется наличием в их молекуле аминогруппы. На внешней электронной оболочке атома азота пять электронов, в молекуле амина, как и в молекуле аммиака, азот затрачивает на образование трех ковалентных связей три электрона, а два электрона остаются свободными (неподеленная пара электронов).

Поэтому амины, подобно аммиаку, проявляют основные свойства. Так, в водных растворах амины, присоединяя протон, образуют аммонийные соединения:



Эти растворы имеют щелочную реакцию, так как содержат в избытке ионы OH^- .

Основность аминов выше основности аммиака. Это связано с тем, что углеводородный радикал, связанный с аминогруппой, является донором электро-

нов, т.е. электронная плотность

связи $\text{C} - \text{N}$ сдвигается к атому азота. На атоме азота увеличивается

частичный отрицательный заряд, за счет которого он энергичнее удерживает ион водорода, чем азот аммиака. Гидроксид-ионы становятся более свободными, что приводит к возрастанию основных свойств.

Ароматические амины обладают меньшей основностью, чем алифатические. Это объясняется тем, что свободная электронная пара атома азота вступает в сопряжение с π -электронами ароматического кольца и происходит «стягивание» электронной пары. Это вызывает понижение электронной плотности на атоме азота, повышая ее в орто- и пара-положениях бензольного ядра (в положениях 2,4,6), облегчая реакции электрофильного замещения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Цель работы: Изучение физических и химических свойств аминов

Реактивы и оборудование: этиламин 20%, диэтиламин, лимонная кислота 25%, нитробензол, анилин, HCl конц, бромная вода, NaNO_2 – 0,5н, H_2SO_4 – 2н, Na_2CO_3 – 2н, нитропруссид натрия – 0,5н, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – 0,5н, HCl – 2н, цинк, пробирки и спиртовки.

Опыт 7.1 **Реакция первичного амина с азотистой кислотой** (пример дезаминирования)

В пробирку с раствором этиламина (0,5 мл) прибавьте 6 капель 0,5н раствора NaNO_2 и 3 капли 2н раствора H_2SO_4 . Обратите внимание на выделение газа! Напишите соответствующее уравнение реакции.

Опыт 7.2 **Обнаружение вторичных аминов**

В пробирку поместите 0,1 мл диэтиламина (вторичного амина), добавьте 0,1 мл нитропрусида натрия. Смесь подщелочите 1 мл раствора карбоната

натрия. В присутствии вторичных алифатических аминов возникает синее или фиолетовое окрашивание.

Опыт 7.3 Обнаружение третичных аминов

В пробирку поместить каплю раствора лимонной кислоты и каплю триэтиламина (третичного амина), смесь нагреть на кипящей водяной бане. При наличии третичного амина раствор окрасится в пурпурно-красный цвет.

Опыт 7.4 Восстановление нитробензола в анилин

Поместить в пробирку 1 небольшую каплю нитробензола ($C_6H_5NO_2$). Прибавить 3 капли концентрированной соляной кислоты и маленький кусочек металлического цинка. Встряхнуть пробирку, чтобы нитробензол не находился в виде маслянистого слоя сверху, а хорошо перемешивался с выделяющимся водородом. Если реакция начнет замедляться, то пробирку слегка подогреть над пламенем спиртовки. Реакцию продолжить, пока весь кусочек цинка не растворится. Возможно, понадобится добавление еще 1-2 капель соляной кислоты. Если нитробензола было взято немного, то в указанных выше условиях реакции, весь нитробензол перейдет в анилин, вернее в его солянокислую соль, хорошо растворимую в воде.

Из полученной хлористоводородной соли анилина можно легко выделить свободное основание – анилин, подщелачивая раствор едким натрием. *Опыт*

7.5 Цветная реакция солей анилина с двуххромовокислым калием

Каплю раствора солянокислого анилина с помощью пипетки поместить на предметное стекло, добавить 1 каплю 0,5н. $K_2Cr_2O_7$ и каплю 2н. H_2SO_4 . Довольно быстро появится и постепенно усилится темно-синее окрашивание.

Опыт 7.6 Образование триброманилина

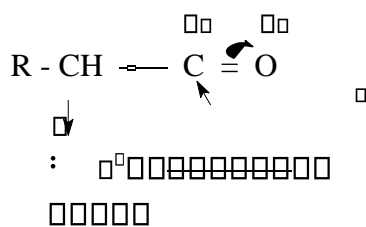
Поместить в пробирку 3 капли бромной воды (насыщенный раствор брома в воде). С помощью пипетки добавить из пробирки А каплю разбавленного водного раствора солянокислого анилина. Моментально выпадает белый осадок хлористоводородной соли симметричного триброманилина.

Объясните, почему при данной реакции прибавляют анилин к бромной воде, а не наоборот?

8 ОКСИКИСЛОТЫ

Оксикислотами (или гидроксикислотами) называют соединения, которые содержат в молекуле и спиртовый гидроксил и карбоксильную группу. Они дают все реакции, характерные карбоксильной группы и спиртовому гидроксилу, а также реакции, характерные лишь для оксикислот.

Как кислоты они способны образовывать соли, сложные эфиры, амиды и т.д. Оксикислоты, как правило, являются более сильными кислотами, чем алифатические кислоты с тем же числом атомов углерода. Чем ближе спиртовой гидроксил находится к карбоксильной группе, тем сильнее данная кислота. Это связано с тем, что атом кислорода ОН-группы оттягивает часть электронной плотности от углеродного атома карбоксильной группы:



Вступая в химические реакции как спирты, оксикислоты дают алкоголяты, простые эфиры, сложные эфиры, галогенопроизводные. Подобно спиртам оксикислоты способны окисляться. При этом они превращаются в альдегидокислоты или кетонкислоты.

Однако оксикислоты обладают специфическими, присущими только им свойствами. Реакция дегидратации для оксикислот протекает легко при нагревании. Это связано со взаимным влиянием гидроксильной и карбоксильной групп. Реакция протекает с образованием различных продуктов, в зависимости от положения ОН-группы относительно COOH-группы. Так, β -

оксикислоты отщепляют воду чрезвычайно легко, давая непредельные кислоты.

□Оксикислоты легко отщепляют воду с образованием циклических сложных эфиров – лактидов. □ и □-оксикислоты легко образуют пяти- и шестичленные циклические внутренние эфиры – лактоны.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Цель работы: Изучение физических и химических свойств оксикислот.

Реактивы и оборудование: молочная кислота, H_2SO_4 конц., виннокаменная кислота – 2н, KOH – 0,5н, NaOH – 2н, пробирки и спиртовки.

Опыт 8.1 **Разложение молочной кислоты серной кислотой**

Молочная кислота, как и все другие α-кислоты, под влиянием концентрированной серной кислоты отщепляет муравьиную кислоту, соответствующий альдегид (или кетон).

В сухую пробирку поместить 1 каплю молочной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты и нагреть на пламени спиртовки. Жидкость темнеет и пенится от выделения окиси углерода, которую можно зажечь, поднеся отверстие к огню. Окись углерода горит голубоватым пламенем, т.к. муравьиная кислота в присутствии концентрированной серной кислоты разлагается.

Опыт 8.2 **Образование кислой и средней калиевых солей виннокаменной кислоты. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в виннокаменной кислоте.** В пробирку поместить 1 каплю 2н. раствора виннокаменной кислоты, 2 капли 0,5н. KOH и хорошо встряхнуть. Постепенно начинает выпадать белый, явно кристаллический осадок кислой калиевой соли, т.к. она менее растворима в

воде, чем сама виннокаменная кислота. Добавить в пробирку еще 4-5 капель раствора KOH, чтобы получить заведомый избыток щелочи. Кристаллический осадок постепенно растворяется, т.к. образуется средняя калиевая соль, относительно хорошо растворимая в воде. Полученный раствор сохранить для следующего опыта. Образование двух различных по физическим свойствам калиевых солей служит доказательством наличия двух карбоксильных групп виннокаменной кислоты.

Опыт 8.3 **Доказательство наличия гидроксильных (окси) групп в виннокаменной кислоте.**

Поместить в пробирку 2 капли 0,2н. CuSO_4 и 2 капли 2н. NaOH. Сразу выпадает голубой осадок гидрата окиси меди. Добавить к нему раствор средней калиевой соли виннокаменной кислоты, полученной в опыте. Происходит растворение голубого осадка и образование синего раствора. Убедитесь, что при нагревании он не изменится. Известно, что гидрат окиси меди в присутствии избытка едкой щелочи при нагревании до кипения легко отщепляет воду и выделяет окись меди желтого цвета. В противоположность этому полученный щелочной раствор комплексного медного соединения виннокаменной кислоты при кипячении не разрушается и не выделяет черного осадка меди. Это позволяет применить щелочные растворы для открытия альдегидов или виноградного сахара.

Опыт 8.4 **Расщепление лимонной кислоты под действием концентрированной серной кислоты (доказательство строения лимонной кислоты)**

В сухую пробирку А (с газоотводной трубкой) поместить немного лимонной кислоты, 1 мл концентрированной серной кислоты и нагреть. Конец газоотводной трубки опустить в пробирку с 3-5 каплями баритовой воды. Когда баритовая вода помутнеет, поджечь второй продукт разложения у отверстия

трубки, а затем снова опустить газоотводную трубку (продолжая нагревание пробирки А) в пробирку Б, где заготовлен раствор иода в иодиде калия, почти полностью обесцвеченный добавлением нескольких капель 2н. NaOH.

Образуется желтоватый осадок с характерным запахом.

Запишите структурную формулу лимонной кислоты, схему ее разложения и схемы реакций, с помощью которых обнаруживают продукты расщепления.

Лимонная кислота – нормальный продукт обмена веществ в организме «цикл лимонной кислоты», она используется для приготовления так называемой цитратной плазмы крови, некоторых лекарств и в пищевой промышленности.

9 УГЛЕВОДЫ

Углеводы – органические соединения, содержащие в молекуле одновременно альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых групп.

Все углеводы разделяются на две большие группы:

I Простые углеводы (моносахариды или монозы). Эти углеводы не подвергаются гидролизу с образованием более простых углеводов.

II Сложные углеводы (полисахариды или полиозы). Эти углеводы подвергаются гидролизу и образуют при этом простые сахара.

МОНОСАХАРИДЫ

Химические свойства моносахаридов определяются присутствием в их молекулах оксогруппы и спиртовых гидроксильных групп. Все моносахариды, подобно альдегидам и кетонам, при восстановлении образуют спирты.

В зависимости от характера окислителя могут образовываться одноосновные или двухосновные кислоты.

При нагревании глюкозы, маннозы и фруктозы образуется один и тот же озазон.

Действие алкилирующих агентов на моносахариды приводит к образованию неполных и полных простых эфиров.

В результате ацилирования образуются сложные эфиры.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Цель работы: изучение физических и химических свойств простых сахаров

Реактивы и оборудование: 2н – NaOH, 2н – NH₄OH, 0,5% - глюкозы, 0,5% - фруктозы, 0,2н – CuSO₄, 0,2н – AgNO₃, резорцин сухой, HCl (конц.), пробирки, спиртовки.

Опыт 9.1 Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе

Поместить в пробирку 1 каплю 0,5%-го раствора глюкозы и 6 капель 2н. NaOH. К полученной смеси добавить 1 каплю 0,2н. раствора CuSO₄. Образующийся в начале осадок гидрата окиси меди Cu(OH)₂ немедленно растворяется и получается прозрачный раствор сахарата меди со слабой синей окраской. Растворение гидрата окиси меди указывает на наличие гидроксильных групп в глюкозе. Полученный раствор сохранить для следующего опыта. Сравните приведенную реакцию с реакцией образования глицерата меди, а также с реакцией образования комплексной соли виннокаменной кислоты. *Опыт 9.2* **Восстановление гидрата окиси меди глюкозой**

в присутствии щелочи

К полученному в предыдущем опыте щелочному синему раствору сахарата меди добавить несколько капель воды так, чтобы высота слоя жидкости

составляла 18-20 мм. Нагреть ее над пламенем микрогорелки, держа пробирку так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля без нагрева. Нагреть только до кипения, так как глюкоза восстанавливает гидрат окиси меди уже в таких условиях, т. е. без кипячения. Через несколько секунд нагретая часть раствора меняет свой синий цвет на оранжевожелтый, так как образуется гидрат закиси меди. При несколько большем содержании едкой щелочи или более продолжительном нагревании гидрат закиси меди может отщепить воду и образовать желто-красный осадок закиси меди Cu_2O .

Выделяющийся при восстановлении гидрата окиси меди кислород идет на окисление глюкозы. Процесс этот весьма сложный и, судя по наличию ряда кислот, выделенных из продуктов реакции окисления, сопровождается глубоким расщеплением молекулы глюкозы.

Опыт 9.3 Восстановление аммиачного раствора окиси серебра глюкозой

Поместить в пробирку 1 каплю 0,2н. AgNO_3 , раствор подщелочить, прибавив 2 капли 2н. раствора NaOH , и добавить (по каплям) 3-4 капли 2н. раствора NH_4OH до растворения образующегося осадка гидрата окиси серебра. Полученный прозрачный бесцветный раствор гидрата окиси серебра является реактивом, которым можно окислить глюкозу (реакция серебряного зеркала). Для этого добавить к реактиву 2 капли 0,5%-го раствора D-глюкозы и слегка подогреть пробирку, держа ее над пламенем горелки, только до начала побурения раствора.

Далее реакция идет без нагревания, и металлическое серебро выделяется либо в виде черного осадка, либо, если стенки пробирки были чисты, в виде блестящего зеркального налета. Отсюда и название реакции "серебряного зеркала". Освобождающийся при восстановлении окиси серебра кислород идет на окисление глюкозы. Процесс этот очень сложен и сопряжен с распадом глюкозы.

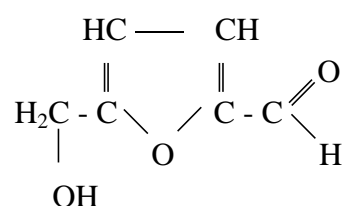
Нужно помнить, однако, что в условиях лабораторного анализа получение зеркального налета отнюдь не является обязательным. Простое побурение бесцветного реактива уже является положительной реакцией. '

Реакция восстановления аммиачного раствора окиси серебра глюкозой применяется в технике серебрения зеркал. При этом большое значение имеет тщательная очистка поверхности стекла (обезжиривание).

Опыт 9.4

Реакция Селиванова на фруктозу

Поместить в пробирку крупинку сухого резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты. Добавить 2 капли 0,5%-го раствора фруктозы и нагреть до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения - оксиметилфурфуrolа.



Под влиянием концентрированной соляной кислоты последний конденсируется с резорцином давая окрашенное соединение. Реакция Селиванова характерна для фруктозы (и для других кетогексоз) только при выполнении указанных выше условий.

10 ДИСАХАРИДЫ И ПОЛИСАХАРИДЫ

В зависимости от числа молекул моносахаридов, образующихся при гидролизе полисахаридов, последние подразделяются на дисахариды, трисахариды и т.д.

Наибольшее практическое значение имеют дисахариды.

Связь между двумя молекулами моносахаридов устанавливается с помощью двух гидроксильных групп – по одной от каждой молекулы монозы. Однако характер этой связи может быть различным. Если одна из молекул

моносахарида всегда предоставляет свой полуацетальный (гликозидный) гидроксил, то вторая молекула участвует в этом либо полуацетальным гидроксилом (образуется гликозид – гликозидная связь), либо спиртовым гидроксилом (образуется гликозид – гликозная связь).

Отсутствие или наличие в молекуле дисахарида полуацетального гидроксила отражается на свойствах дисахаридов. Если при образовании дисахарида обе молекулы участвовали своими полуацетальными гидроксилами (гликозид – гликозидная связь), то у обоих остатков моноз циклические формы являются закрепленными, альдегидная группа такого дисахарида образоваться не может. Такой дисахарид не обладает восстанавливающими свойствами и называется невосстанавливающим дисахаридом.

В случае гликозид – гликозной связи циклическая форма одного остатка моносахарида не является закрепленной, она может перейти в альдегидную форму, и тогда дисахарид будет обладать восстанавливающими свойствами. Такой дисахарид называется восстанавливающим. Восстанавливающие дисахариды проявляют реакции, характерные для соответствующих моносахаридов. Полисахариды являются высокомолекулярными веществами. В полисахаридах остатки моносахаридов связываются гликозид – гликозными связями. Поэтому их можно рассматривать как полигликозиды. Остатки моносахаридов, входящие в состав молекулы полисахарида могут быть одинаковыми, но могут и различаться; в первом случае это гомополисахариды, во втором – гетерополисахариды.

Важнейшими гомополисахаридами, состоящими из остатков глюкозы, являются крахмал, гликоген и клетчатка (или целлюлоза).

Цель работы: изучение химических свойств сложных сахаров *Реактивы и оборудование:* сахароза – 1%, лактоза – 1%, 2н – NaOH, 0,2н –

CuSO₄, резорцин сухой, пробирки, спиртовки.

**Опыт 10.1 Доказательство наличия гидроксильных групп в сахарозе
(тростниковом сахаре)**

Поместить в пробирку 1 каплю 1%-ного раствора сахарозы и 6 капель 2н. NaOH. Добавить для разбавления 5-6 капель воды, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Прибавить одну каплю 0,2н. CuSO₄. Вместо ожидаемого осадка гидрата окиси меди Cu(OH)₂ получается раствор сахарата меди светло-синего цвета. Сохраните раствор до следующего опыта.

В присутствии сахарозы, так же как и в присутствии глюкозы и других веществ, содержащих несколько гидроксильных групп, гидрат окиси меди растворяется, образуя раствор синего цвета.

Опыт 10.2 Отсутствие восстанавливающей способности в сахарозе

Раствор сахарата меди, полученный в опыте, осторожно нагреть над пламенем спиртовки так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась холодной для контроля. Нагреть только до кипения. Как можно было ранее убедиться, глюкоза при этих условиях давала отчетливую реакцию восстановления (проба Троммера положительная). Сахароза же в этих условиях не дает реакции восстановления, что указывает на отсутствие свободной альдегидной группы. Формула строения сахарозы согласуется с этим фактом, доказывающим, что эфирная связь между глюкозой и фруктозой образована действительно за счет полуацетальных гидроксильных групп глюкозы и фруктозы.

Опыт 10.3 Доказательство гидролиза сахара

Взять 2 пробирки. В первую пробирку поместить 1 каплю 1%-го раствора сахарозы, добавить 1 каплю 2н. HCl и 6 капель воды. Нагреть над пламенем спиртовки в течение 30 секунд, наблюдая за продолжительностью нагревания с

помощью часов. Держа пробирку как можно более наклонно и встряхивая ее, чтобы раствор не выбросило. Отлить половину раствора во вторую пробирку и добавить в нее 6 капель 2н. NaOH, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Едкую щелочь добавить с избытком, чтобы нейтрализовать кислоту, взятую для гидролиза, а также создать необходимую для реакции восстановления щелочную среду. Затем добавить 1 каплю 0,2н. CuSO_4 и нагреть верхнюю часть синего раствора до кипения. Моментально в нагретой части появится оранжевожелтое окрашивание (положительная проба Троммера), что указывает на наличие глюкозы. Во второй части гидролизата, оставшейся в первой пробирке, определить наличие фруктозы с помощью реакции Селиванова. Для этого в пробирку поместить крупинку резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты и нагреть до начала кипения (не кипятить!). Моментально появится отчетливое красноватое окрашивание, указывающее на наличие фруктозы. Надо иметь в виду, что сахароза и без гидролиза дает слабую реакцию Селиванова, так как в процессе выполнения реакции в кислой среде сахароза успевает частично гидролизаться. Прделанные опыты подтверждают, что сахароза легко расщепляется на простые сахара - глюкозу и фруктозу. Это говорит о том, что в молекуле сахарозы глюкоза и фруктоза связаны между собой по типу эфирной глюкозидной связи, характерной особенностью которой является легкость разрыва при гидролизе по месту кислородного мостика.

Полученная, в результате гидролиза сахарозы, эквимолекулярная смесь глюкозы и фруктозы называется инвертным сахаром. Сам процесс гидролиза сахарозы называют инверсией, так как раствор сахарозы, имевший до гидролиза правое вращение $[\alpha]_D = +66,5^0$, после гидролиза меняет вращение на левое (глюкоза $[\alpha]_D = +52,5^0$, а фруктоза $[\alpha]_D = -92,4^0$).

Опыт 10.4

Восстанавливающая способность лактозы

Налить в пробирку 4 капли 1%-го раствора лактозы, 4 капли 2н. NaOH и 1 каплю 0,2н CuSO₄. Голубой осадок гидрата окиси меди при встряхивании пробирки растворяется, образуя синеватый раствор (доказательство наличия гидроксильных групп). Остатки медного купороса со стенок пробирки, если имеются, смыть 5 каплями воды. Для того, чтобы реакция прошла, высота жидкости в пробирке должна быть 18-20 мм, в противном случае добавить еще несколько капель воды. Затем нагреть верхнюю часть раствора до кипения. Через несколько секунд в нагретой части появится желто-оранжевое окрашивание.

(доказательство наличия свободной альдегидной группы у лактозы).

Лактоза является дисахаридом, который при гидролизе дает глюкозу и галактозу. В отличие от сахарозы лактоза имеет в остатке глюкозы свободный полуацетальный гидроксил, который образует свободную альдегидную группу. В силу этого лактоза или молочный сахар, относятся к группе дисахаридов, обладающих восстановительной способностью (дающих положительную пробу Троммера).

Опыт 10.5 Открытие крахмала (качественная реакция)

Крахмал имеет общую формулу (C₆H₁₀O₅)_n, где n = 1000 и более и является полиглюкозидом, содержащим α-1,4-глюкозидные связи в амилозе и α-1,4- и α-1,6-глюкозидные связи в амилопектине. Амилоза и амилопектин – две фракции крахмала.

Крахмал нерастворим в воде, но образует коллоидный раствор - крахмальный клейстер

В пробирку прилить 5 капель крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного раствора иода. Раствор окрашивается в синий цвет вследствие образования комплексных соединений и адсорбции, который при легком нагревании исчезает, а при охлаждении вновь появляется.

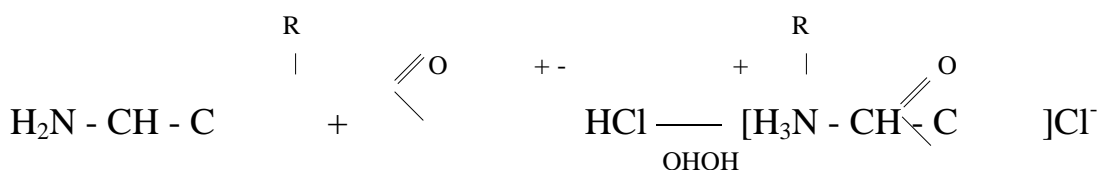
Опыт 10.6 **Отсутствие восстанавливающей способности у крахмала** В пробирку к 1 мл крахмального клейстера добавить 2-3 капли 2н. NaOH и 1 каплю раствора сульфата меди. Раствор перемешать, при этом выпадает осадок гидроксида меди (II), затем нагреть. Восстановления гидроксида меди не происходит. Осадок может почернеть, так как при нагревании гидроксид меди теряет воду и превращается в черный оксид меди (II). Это объясняется тем, что крахмал обладает очень слабой восстанавливающей способностью. Почему?

11 АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ

Аминокислотами называются соединения, в молекуле которых содержатся одновременно аминные и карбоксильные группы.

Аминокислоты проявляют свойства, характерные как для кислот, так и для аминов. Кроме того, аминокислоты обладают специфическими свойствами, характерными для соединений содержащих две различные по своей природе функциональные группы.

В связи с наличием аминогрупп аминокислоты дают соли с кислотами, например:

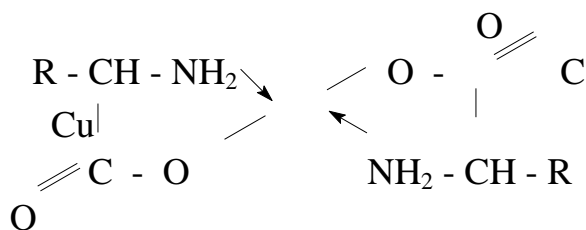


При действии азотистой кислоты на аминокислоты реакция протекает так же, как и в случае аминов. Из первичных аминов образуются спирты, из аминокислот - оксикислоты. В качестве ацилирующих агентов применяют галогенангидриды и ангидриды кислот. При алкилировании галогеналкилами образуются моно-, ди-, триалкилпроизводные.

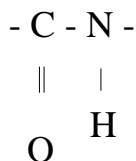
Аминокислоты, как и алифатические кислоты, образуют соли, сложные эфиры, галогенангидриды и другие производные.

легко отщепляют воду и циклизируются, образуя циклические амиды – лактамы.

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЛИ:

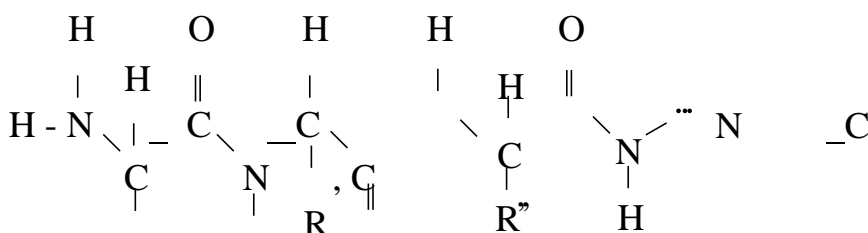


цепи группа атомов



называется пептидной, а связь C – N – пептидной связью.

□ Аминокислот, связанных между собой пептидными связями:



R H O

Качественными реакциями на белки являются:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| а) биуретовая реакция; | б) ксантопротеиновая реакция; |
| в) реакция Миллона; | г) нингидринная реакция. |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

Цель работы: изучение химических свойств аминокислот
и белков

Реактивы и оборудование: гликокол – 0,2н, метилрот – 0,2%, CuO – порошок, NaOH – 2н, раствор белка, HNO₃ – 2н, NH₄OH – 2н, Pb(CH₃COO)₂, формалин 40%, тонкие стеклянные капилляры, пробирки и спиртовки.

Опыт 11.1 **Отсутствие кислой реакции у глицина**

Поместить в пробирку 3 капли 0,2 н раствора аминокислоты и добавить 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилрот. Убедитесь в том, что аминокислота не имеет кислой реакции. Зона перехода от красной окраски к желтой для метилового красного находится при pH 4,4 - 6,2. Объяснить отсутствие кислой реакции у глицина и написать схему реакции.

Опыт 11.2 **Образование комплексной медной соли глицина**

Поместить в пробирку очень небольшое количество (на кончике стеклянной лопатки) окиси меди (II). Добавить 3 капли 0,2н. раствора глицина и нагреть над пламенем спиртовки. Дать отстояться избытку черного порошка окиси меди, обратить внимание на образование темно-синего раствора медной соли глицина. Опыт показывает, что, несмотря на отсутствие свободного водорода карбоксильной группы, глицин способен образовывать медную соль. К отстоявшемуся синему раствору (не отделяя его от черного осадка)

прибавить I каплю 2н. раствора NaOH. Выпадение осадка гидрата окиси меди (II) не происходит. Сделать необходимый вывод и написать формулу этого соединения.

Опыт 11.3 **Действие формальдегида на аминокислоты.**

Принцип формольного титрования

Поместить в пробирку 3 капли 40%-ного формалина и добавить I каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Появляется красное окрашивание, указывающее, на кислую реакцию. Причина этого явления – дисмутация водных растворов формальдегида (или окислительного восстановления).

С помощью тонкого запаянного стеклянного капилляра добавить очень небольшое количество 2н NaOH до нейтрализации раствора (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавить к нейтральному раствору глицина. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на наличие кислоты. Блокируя аминогруппу, формальдегид одновременно освобождает карбоксильную группу, вследствие чего раствор аминокислоты приобретает кислую реакцию. Напишите уравнение реакции.

При добавлении формалина нейтральные аминокислоты можно определять титрованием с помощью щелочи (формольное титрование по Зеренсену).

Опыт 11.4 **Цветные реакции на белки**

а) Биуретовая реакция.

К 1 -2 мл раствора белка добавить равный объем щелочи и затем 3-4 капли медного купороса. Как изменится окраска раствора?

б) Ксантопротеиновая реакция.

К 1 мл раствора белка прибавить 0,2-0,3 мл азотной кислоты. Затем нагреть до кипения и кипятить 1-2 минуты. При добавлении нескольких капель аммиака как изменится окраска раствора?

С помощью этой реакции обнаруживают наличие в белке ароматических ядер, т.е. остатков таких аминокислот, как фенилаланин, тирозин и триптофан.

Изложить ваши наблюдения и написать структурные формулы:

а) фенилаланина, тирозина и триптофана, б) образование дипептида из аланина.

Опыт 11.5 Реакция на обнаружение серосодержащих аминокислот (цистин, цистеин)

Налить в пробирку 3 капли раствора уксуснокислого свинца и 1-2 капли едкого натра до растворения образовавшегося осадка гидроокиси свинца.

Прибавить 3-4 капли белка и смесь осторожно нагреть. Раствор начинает темнеть (выделяется осадок сернистого свинца).

12 ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

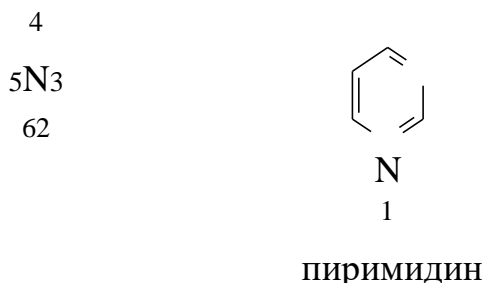
Циклические соединения, у которых циклы образованы не только углеродными атомами, но и атомами других элементов – гетероатомами (O, S, N), - называются гетероциклическими. Гетероциклические соединения делят по размерам цикла и числу гетероатомов в цикле.

Среди этих соединений наибольшее значение имеют пяти- и шестичленные гетероциклические соединения. Типичные гетероциклические соединения обладают ароматическим характером. Однако, наличие гетероатома сказывается на распределении электронной плотности. Например, в пятичленных гетероциклах (в фуране, тиофене, пирроле) электронная плотность смещена от гетероатома в сторону кольца и максимальна в π -положениях. Поэтому в π -положениях наиболее легко идет реакция электрофильного замещения (S_E).

В шестичленных циклах (например, пиридине) гетероатом, связанный с углеродом двойной связью, оттягивает на себя π -электронную плотность

цикла, поэтому электронная плотность в молекуле пиридина понижена в α и β положениях. Это согласуется с предпочтительной ориентацией в эти положения реагентов при нуклеофильном замещении (S_N). Так как в пиридине электронная плотность больше в β - положении, то электрофильный реагент ориентируется в β - положение.

При изучении гетероциклов с двумя гетероатомами особо обратить внимание на пиримидин и его производные: урацил, тимин, цитозин. Пиримидиновое ядро встречается в многочисленных природных продуктах: витаминах, коферментах и нуклеиновых кислотах:



Электрофильное замещение для пиримидина проходит в положении 5; нуклеофильное (как и для пиридина) затруднено и атаке подвергается атом углерода в положениях 4 и 6.

Сложная гетероциклическая система, состоящая из двух конденсированных гетероциклов – пиримидина и имидазола называется ядром пурина.

Пуриновая группировка лежит в основе многих соединений, прежде всего нуклеиновых кислот, в которые она входит в виде пуриновых оснований: аденина (6-аминопурин) и гуанина (2-амино-6-оксипурин).

Интерес представляет кислородное производное пурина - мочевая кислота (2,6,8 – триоксипурин).

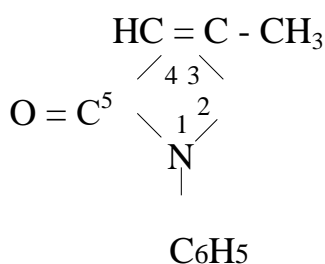
Цель работы: изучение химических свойств гетероциклических соединений

Реактивы и оборудование: Антипирин, FeCl_3 – 0,1н, амидопирин, H_2SO_4 – 2н, NaNO_2 – 0,5н, пиридин, NaOH – 2н, мочева кислота, HCl – 2н, NH_4Cl насыщенный раствор, пикриновая кислота насыщ. раствор, лакмусовая бумага, бромтимоловый синий, микроскоп, пробирки.

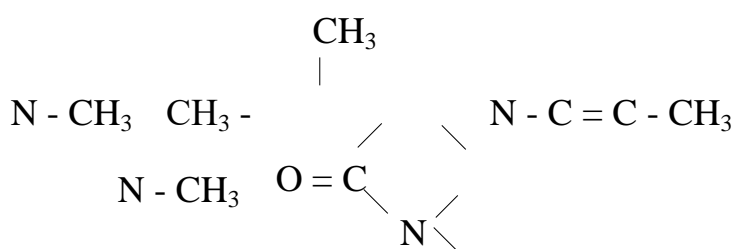
Опыт 12.1 Реакции антипирина и амидопирина (пирамидона) с хлоридом железа (III)

Поместить в пробирку несколько кристаллов антипирина, прибавить две капли воды и каплю 0,1н. FeCl_3 . Немедленно появляется интенсивное и стойкое оранжево-красное окрашивание, не исчезающее при стоянии. Для сравнения в другую пробирку поместить несколько кристаллов амидопирина (пирамидона). Добавить две капли воды и одну каплю 0,1н. FeCl_3 . Появляется фиолетовое окрашивание, быстро исчезающее. Добавить еще сразу три капли хлорида железа (III). Окраска вновь появится, держится несколько дольше, но постепенно бледнеет. Окрашивание антипирина от хлорида железа (III) обусловлено образованием комплексного соединения – ферропирина.

Амидопирин – производное антипирина. Подвижный атом водорода в положении 4 замещен в данном случае диметиламиногруппой:



антипирин
1-фенил-2,3-диметил-



амидопирин, C_6H_5

пиразолон-5

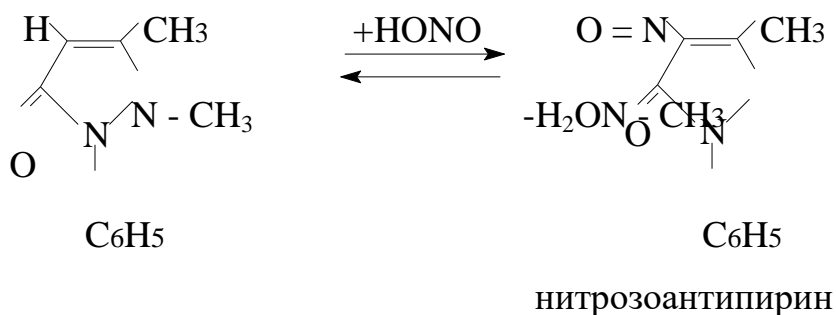
4-диметиламино-
антипирин

Появление окраски обусловлено окислением амидопирина хлоридом железа (III). Поэтому окраска получается нестойкая, а избыток хлорида железа (III) вредит реакции.

Приведенными реакциями пользуются в фармацевтической практике для распознавания антипирина и амидопирина и отличия их друг от друга. Ввиду этого, указанные реакции следует делать для сравнения параллельно в двух пробирках.

Опыт 12.2 **Реакции антипирина и амидопирина с азотистой кислотой**

Поместить в пробирку несколько кристаллов антипирина, добавить две капли воды, одну каплю 2н. H_2SO_4 и одну каплю 0.5н. NaNO_2 . Появится изумрудно-зеленое окрашивание, постепенно исчезающее, особенно быстро при относительном избытке нитрита натрия. Для сравнения в другую пробирку поместить несколько кристаллов амидопирина, добавить две капли воды, одну каплю 2н. H_2SO_4 и одну каплю 0.5н. NaNO_2 . Появляется очень нестойкое фиолетовое окрашивание. Если окрашивание исчезает слишком быстро, добавить еще немного амидопирина. Реакция с антипирином протекает по уравнению:



С амидопирином образуются окрашенные продукты окисления.

Подобно приведенным выше реакциям с хлоридом железа (III) обе реакции применяются в фармацевтической практике для распознавания антипирина и

амидопирина и отличия их друг от друга. Поэтому их следует делать параллельно в двух пробирках.

Опыт 12.3 Осаждение гидроксида железа (III) водным раствором пиридина

Поместить в пробирку две капли водного раствора пиридина и добавить каплю 0,1н FeCl₃. Немедленно выпадают бурые хлопья гидроксида железа Fe(OH)₃ с образованием легко растворимой в воде хлористоводородной соли пиридина (гидрохлорида пиридина).

Образование гидроксида железа (III) подтверждает основные свойства пиридина.

Написать схему образования хлоргидрата пиридина (пиридиний хлорида) при взаимодействии гидрата окиси пиридина с хлоридом железа (III).

Опыт 12.4 Образование пикрина пиридина

С помощью пипетки поместить одну каплю водного раствора пиридина в пробирку и добавить три капли насыщенного водного раствора пикриновой кислоты. При встряхивании постепенно выделяются хорошо выраженные игольчатые кристаллы пикрата пиридина. В избытке пиридина кристаллы растворяются.

Поместить часть кристаллов на предметное стекло, рассмотреть их под микроскопом и зарисовать форму кристаллов полученного препарата в рабочем журнале.

Образование относительно трудно растворимого пикрата пиридина также подтверждает основной характер пиридина. Реакцией этой пользуются для идентификации пиридина (пикрат пиридина плавится при 167⁰C).

Написать схему образования пикрата пиридина.

Опыт 12.5 Растворимость мочевой кислоты и ее средней натриевой соли в воде

Поместить в пробирку небольшое количество (на кончике лопаточки) мочевої кислоты. Прибавить по каплям воду, каждый раз встряхивая пробирку. Обратить внимание на плохую растворимость мочевої кислоты в воде. В холодной воде мочева́я кислота почти нерастворима: 1 часть ее растворяется в 39000 частях воды.

После добавления 8 капель воды растворения все еще не заметно. Стоит, однако, добавить всего 1 каплю 2н. NaOH, как мутный раствор моментально просветляется, вследствие образования относительно легко растворимой средней двузамещенной соли натрия. Полученный раствор сохранить для последующих опытов.

Мочева́я кислота существует в виде двух таутомерных форм:



От лактимной-енольной формы и образуются со щелочью так называемые соли мочевої кислоты, или ураты. Фактически это не соли, а еноляты.

Очень слабо выраженный кислотный характер мочевої кислоты обуславливает то, что из трех атомов водорода теоретически возможной енольной формы могут замещаться на натрий только два. Трехзамещенные соли мочевої кислоты неизвестны.

Опыт 12.6 Образование труднорастворимого урата аммония К четырем каплям прозрачного раствора средней двузамещенной натриевой соли мочевої кислоты (опыт 60) добавить две капли насыщенного раствора хлорида

аммония. Немедленно выпадает белый осадок мочекислового аммония. Сохранить этот осадок для последующего опыта выделения свободной мочевой кислоты (опыт 62).

Написать схему реакции, учитывая, что оба иона натрия замещаются в урате натрия на ионы аммония.

Опыт 12.7 Разложение уратов под влиянием минеральной кислоты
(выделение кристаллической мочевой кислоты)

С помощью пипетки нанести на предметное стекло одну каплю мутного раствора, содержащего мочекислый аммоний (опыт 61). Добавить в центр капли одну каплю 2н. HCl. Наблюдается частичное растворение осадка.

При рассматривании под микроскопом видны желтоватые глыбки еще не разложившегося урата аммония и вновь образовавшиеся характерные кристаллы мочевой кислоты в виде удлиненных призм, напоминающих точильные бруски. Зарисовать в рабочем журнале форму кристаллов полученного препарата.

Отложение кристаллов мочевой кислоты в организме (мочевые камни, подагрические узлы и т.п.) происходит под влиянием изменения реакции среды в сторону увеличения кислотности.

Написать схему выделения мочевой кислоты из ее соли.

ЛИТЕРАТУРА

Наименование литературы	Наличие в библиотеке БГАУ, шт.
а) основной:	
Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров/ И.И. Грандберг, Н.Л. Нам.- М.: Юрайт, 2013 – 608 с.	-

Основы органической химии [Текст]: учебное пособие для преподавателей, аспирантов и студентов (бакалавров и магистров): рек. Мин. образования РБ/ М.Г. Сафаров [и др.]- М, Химия, 2012. – 535 с.	30
б) дополнительной:	
Практические работы и семинарские занятия по органической химии [Текст]: учебное пособие для студентов (бакалавров и магистров)/ И.И. Грандберг.-М.: Высшая школа, 2012. – 348с.	223
Органическая химия для нехимических направлений подготовки [Текст] : учебное пособие / А. И. Артеменко. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2013. - 605 с.	2
Органическая химия: мультимедийный самоучитель по химии на CD-ROM [Электронный ресурс]. - М. : [б. и.], 2001. - эл. опт. диск (CD-ROM). - (TeachPro.Химия).	1
www. chemistry-chemists. com	
him. Iseptember. ru	
www. alhimik. ru	
www. himik. ru	