

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СРЕДНЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

Органическая химия
Практикум для обучающихся II курса специальности
33.02.01 Фармация

Рассмотрено и утверждено
на заседании ЦК «Социально-правовые дисциплины»
Протокол № 1 от «31» 08 2023 г.
Председатель ЦК Батракова Е.В. Батракова

Черкесск
2023

Авторы:

Бостанова Ф.А. – преподаватель ФГБОУ ВО «СевКавГА»

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Приступая к работе в лаборатории, необходимо внимательно изучить возможные причины несчастных случаев и меры их предупреждения.

Наиболее часто встречающиеся причины несчастных случаев следующие:

1. Выбрасывание жидкости из пробирки

Причина выброса – нагревание жидкости выше температуры кипения. Вероятность перегрева увеличивается при нагревании пробирки на открытом пламени, особенно при наличии в жидкости осадка. Для предотвращения выброса реакционной смеси необходимо:

- пробирку нагревать в наклонном положении, а не в вертикальном;
- при нагревании вращать пробирку вдоль оси, осторожно встряхивая;
- отверстие пробирки направлять в сторону от себя и от соседа.

2. Засасывание жидкости в реакционную пробирку через газоотводную трубку

При работе с газоотводной трубкой нужно помнить, что убирать горелку из-под пробирки с реакционной смесью можно только после того, как нижний конец газоотводной трубки удален из жидкости в пробирке. В противном случае жидкость из приемника поднимается по газоотводной трубке вверх, а затем попадает в реакционную пробирку. В лучшем случае при этом опыт будет испорчен, в худшем – произойдет разбрызгивание реакционной массы.

3. Порезы стеклом

Порезы рук стеклом часто происходят при закрывании пробирки пробкой с газоотводной трубкой. Попытки использовать стеклянную трубку в качестве рычага для того, чтобы плотнее вставить пробку, приводит к излому трубки и порезу кистей рук. Следует запомнить, что в таких случаях можно прилагать лишь небольшие усилия, держась за резиновую пробку, но не за трубку. В случае пореза ранку промывают водой, очищают от осколков стекла и смазывают спиртовым раствором йода.

4. Ожоги

При термическом ожоге нужно обожженное место смочить 5%-м раствором танина в 40%-м этиловом спирте. При ожоге крепкими кислотами следует немедленно промыть обожженный участок большим количеством воды, затем наложить компресс из ваты, смоченной 1%-й содой. При ожоге щелочами – действия те же, но компресс с 1%-й уксусной кислотой. При попадании кислоты или щелочи в глаза их обильно промывают водой, а затем 2%-м раствором борной кислоты (для нейтрализации щелочи), либо 2%-м раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты). При небольших ожогах фенолом пораженный участок кожи смазывают глицерином.

Для предупреждения несчастных случаев необходимо соблюдать

следующие основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории:

- 1) работать только в халатах;
- 2) перед тем, как набрать какой-либо химический реактив, внимательно прочтите надпись на этикетке;
- 3) определяя запах вещества, нужно направлять струю воздуха в сторону носа легкими движениями кисти руки над отверстием пробирки;
- 4) избегать контакта с любыми неорганическими и органическими реактивами;
- 5) работу с ядовитыми веществами и концентрированными кислотами, щелочами следует проводить в вытяжном шкафу, включив тягу, при этом не вводить голову внутрь шкафа;
- 6) неиспользованные химические реактивы нельзя возвращать в ту же склянку;
- 7) в лаборатории запрещено пить воду и принимать пищу;
- 8) в помещении лаборатории необходимо поддерживать порядок и чистоту, соблюдать тишину;
- 9) рабочее место содержать в чистоте и порядке, не бросать в раковину бумагу, вату и другие твердые вещества.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

Каждому студенту, работающему в лаборатории, предоставляется место, которое он должен содержать в порядке и чистоте. При выполнении работы не загромождайте рабочее место лишними предметами.

При выполнении лабораторных работ необходимо строго соблюдать следующие правила:

- 1) перед занятиями студенту необходимо заранее ознакомиться с ходом проведения опытов по учебному пособию, отчетливо уяснить цели и задачи работы, обдумывая каждое действие.
- 2) приступать к выполнению опытов можно только после того, как студент сдаст предварительный отчет и пройдет собеседование.
- 3) работающий должен знать основные свойства используемых и получаемых веществ, их действие на организм, правила работы с ними и на основе этого принять все меры для безопасности проведения работ.
- 4) запрещено проводить опыты в грязной посуде, а также пользоваться для проведения опытов веществами из склянок без этикеток или с неразборчивой надписью.
- 5) нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку. Сухие соли набирают чистым шпателем или ложечкой.
- 6) не следует путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней

поверхностью.

7) нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место.

8) при выполнении работ бережно расходуйте реактивы, электричество и воду. Нельзя оставлять без надобности включенные электроприборы и горящие спиртовки. По окончании работ нужно немедленно отключить электроприборы и погасить спиртовки.

10) выполнение лабораторной работы и каждого отдельного опыта требует строгого соблюдения всех указаний, содержащихся в описании работы. Опыт должен исполняться тщательно, аккуратно и без спешки.

11) студентам категорически запрещается без разрешения преподавателя проводить какие-либо опыты, не относящиеся к данной работе, или изменять порядок проведения опыта. Следует помнить, что каждый опыт может оказаться при необдуманном выполнении опасным.

12) перед уходом из лаборатории рекомендуется тщательно мыть руки.

ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ТЕТРАДЕЙ

Во время лабораторных занятий студент обязан записывать методику и результаты опытов в специальной тетради. Рекомендуется следующая форма записи лабораторных работ (в тетради на развернутом листе):

Лабораторная работа № ____

Название темы _____

Реактивы: _____

Оборудование: _____

Название опыта		
Методика выполнения опыта	Результаты опыта Выводы	Уравнения основных реакций
1	2	3

Графы 1, 3 заполняются дома при подготовке к занятию, графа 2 – в лаборатории после проведения каждого опыта. Составлять уравнения химических реакций (графа 3) следует, пользуясь структурными формулами с развернутым изображением функциональных групп, а в ряде случаев (например, в теме «Углеводы») и проекционными формулами. Методика выполнения опыта (графа 1) описывается кратко и по существу. Результат опыта (графа 2) записывается одной фразой, например: выпадает осадок синего цвета, выделяется газ и т. д. Ответы на вопросы из каждого опыта (графа 2) должны быть хорошо продуманными, краткими.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование практического занятия
1	2
Глава 1. Теоретические основы органической химии	
1.1.	Введение. Теоретические основы органической химии
Глава 2. Углеводороды	
2.1.	Алициклические углеводороды
2.2.	Циклические углеводороды
Глава 3. Функциональные производные углеводов	
3.1.	Кислородсодержащие производные углеводов
3.2.	Азотсодержащие производные углеводов
3.3.	Гетерофункциональные производные углеводов
Глава 4. Биополимеры и их структурные компоненты	
4.1.	Аминокислоты, пептиды и белки
4.2.	Углеводы
4.3.	Жиры
4.4.	Гетероциклические соединения

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 1.1. Введение. Теоретические основы органической химии

Теоретический материал

Органическая химия – научная дисциплина, всесторонне изучающая органические соединения. Термин органическая химия впервые предложил известный шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус в 1806 году.

Основным элементом, входящим в состав органических соединений, является углерод. Поэтому органическую химию определили как химию соединений углерода. Однако некоторые соединения углерода, например CO, CO₂, H₂CO₃ (написать на доске), соли угольной кислоты – карбонаты и гидрокарбонаты и т.д., то есть все эти соединения тоже содержат углерод, но изучаются неорганической химией. Поэтому существует более точное определение органической химии, сформулированное и К. Шорлеммером в 1889 году.

Органическая химия – это химия углеводородов и их производных.

Теорию химического строения органических соединений разработал русский ученый Александр Михайлович Бутлеров в 1861 году.

Основные положения этой теории:

1. Атомы в молекулах органических веществ, соединяются друг с другом в определенной последовательности согласно их валентности.

Последовательность соединения атомов в молекуле называется химическим строением. Химическое строение выражается формулой. Формула бывает молекулярной и структурной. Молекулярная формула показывает только состав веществ. Структурная формула показывает последовательность присоединения атомов в молекуле. В структурной формуле химические связи между атомами изображаются черточками. Одна черточка равна одной валентности. Например: написать молекулярную и структурную формулы этилового спирта.

2. Свойства органических веществ зависит не только от их качественного и количественного состава, но и от строения, то есть от порядка соединения.

Одной и той же молекулярной формуле могут соответствовать два и более веществ с различными свойствами. Они называются изомерами. Изомеры – это вещества, которые имеют одинаковый элементарный состав, но разное строение молекул и различные свойства. Например: молекулярная формула бутана C₄H₁₀ ему соответствует два изомера – написать их структурные формулы.

3. Зная свойства вещества, можно установить его строение.

4. Атомы в молекуле оказывают друг на друга взаимное влияние. Свойства каждого атома зависит не только от его природы, но и от окружения.

Например: водород в карбоксильной группе уксусной кислоты (CH_3COOH) обладает кислотными свойствами, а в метане (CH_4), все атомы водорода прочно связаны с атомам углерода и не обладают кислотными свойствами.

Классификация органических соединений. Органические соединения классифицируют по строению углеродного скелета и по функциональным группам.

Классификация органических соединений по строению углеродной цепи

Ациклические соединения – это соединения с открытой (незамкнутой) углеродной цепью. Их основу составляют алифатические углеводороды. Алифатические углеводороды содержат только атомы углерода и водорода и могут быть насыщенными (предельными) и ненасыщенными (непредельными).

Циклические соединения – это соединения с замкнутой цепью. Их делят на карбоциклические и гетероциклические. Карбоциклические соединения содержат в цикле только атомы углерода и делятся на две группы: алифатические циклические (сокращенно алициклические) и ароматические, в основе которых лежит бензол. Гетероциклические соединения содержат в цикле кроме атомов углерода один или несколько атомов других элементов, гетероатомов – кислород, азот, серу и др.

Классификация органических соединений по функциональным группам

Все органические соединения можно рассматривать как производные углеводородов, полученные путем введения в них функциональных групп.

Функциональная группа – группа атомов или структурный фрагмент молекулы, характерные для данного класса органических соединений и определяющие химические свойства вещества.

Соединения с одной функциональной группой называют монофункциональными, с несколькими одинаковыми функциональными группами - полифункциональными, с несколькими разными функциональными группами - гетерофункциональными.

Функциональные группы и их обозначение

1.	Галогены	$-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$
2.	Гидроксильная	$-\text{OH}$
3.	Алкоксильная	$-\text{OR}$
4.	Карбонильная	$>\text{C}=\text{O}$
5.	Карбоксильная	$-\text{COOH}$
6.	Алкоксикарбонильная	$-\text{COOR}$
7.	Карбоксамидная	$-\text{CONH}_2$
8.	Амино	$-\text{NH}_2; >\text{NH}; >\text{N}-$

9.	Нитро	$-\text{NO}_2$
10.	Циано	$-\text{C}\equiv\text{N}$
11.	Тиольная	$-\text{SH}$
12.	Алкилтиольная	$-\text{SR}$
13.	Сульфоновая	$-\text{SO}_3\text{H}$

В зависимости от строения углеродного скелета и природы функциональной группы органические соединения делятся на классы.

Основные классы органических соединений

I. Углеводороды

- | | |
|-------------|----------------|
| 1. Алканы | 4. Алкины |
| 2. Алкены | 5. Циклоалканы |
| 3. Акадиены | 6. Арены |

II. Гомофункциональные производные Углеводородов

- галогенсодержащие производные углеводородов
- кислородсодержащие производные углеводородов

1. Спирты	4. Карбонильные соединения
2. Фенолы	5. Карбоновые кислоты
3. Простые эфиры	6. Сложные эфиры
- азотсодержащие производные углеводородов

1. Амины	3. Нитрилы
2. Нитросоединения	4. Амиды
- серосодержащие производные углеводородов

1. Тиолы	3. Сульфоновые кислоты
2. Тиоэфиры	

II. Гетерофункциональные производные Углеводородов

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Гидроксикислоты | 4. Аминоспирты |
| 2. Оксокислоты | 5. Аминофенолы |
| 3. Аминокислоты | |

III. Гетероциклические соединения

IV. Биополимеры

- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| 1. Углеводы | 4. Нуклеиновые кислоты |
| 2. Пептиды, белки | 5. Низкомолекулярные биорегуляторы |
| 3. Липиды | |

Номенклатура органических соединений. Номенклатура – это совокупность названий индивидуальных химических веществ, их групп и классов, а также правила составления этих названий.

В органической химии, до сих пор используются условные «тривиальные» названия веществ. Происхождение этих названий носит случайный характер и не связано со строением вещества. В настоящее время общепринятой является международная или систематическая номенклатура IUPAC (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry). При составлении названий органических соединений по систематической номенклатуре IUPAC используют 4 общих понятия: органический радикал, родоначальная структура, характеристическая группа, заместитель.

Органический радикал – это остаток органической молекулы, из которой формально удалили один или несколько атомов водорода, оставив свободными одну или несколько валентностей.

Родоначальная структура в ациклических соединениях – главная углеродная цепь, в состав которой входит старшая характеристическая группа, а также максимальное число других функциональных групп, радикалов и кратных связей. В карбо- и гетероциклических соединениях родоначальной структурой является цикл.

Характеристической группой называют функциональную группу, связанную с родоначальной структурой или частично входящую в её состав.

Заместитель – любой атом или группа атомов, замещающие в исходном соединении атом водорода.

Изомерия органических соединений. В органической химии некоторые вещества с одинаковым качественным и количественным составом обладают различными свойствами. Такое явление ещё в 1830 году Александр Михайлович Бутлеров назвал изомерией.

Изомерия – это явление существования изомеров.

Изомеры – это вещества, которые имеют одинаковую молекулярную формулу, но разное строение молекул с различными свойствами.

В настоящее время в органической химии известны два вида изомерий: структурная и пространственная (стереоизомерия).

Структурными называются изомеры с разным порядком соединения атомов в молекуле. Структурные изомеры делятся на ряд групп: изомеры цепи, изомеры положения кратных связей и функциональных групп, межклассовая изомерия.

Пространственными называются изомеры с одинаковым порядком строения, но с разным расположением атомов в пространстве. Для описания пространственных различий используются два важнейших понятия в стереохимии – конфигурация и конформация молекул.

Классификация органических реакций. Органические реакции классифицируют: по способу разрыва связи; по структурному типу.

По типу разрыва связей органические реакции делят на гомолитические и гетеролитические.

Гомолитические (радикальные) реакции сопровождаются гомолитическим разрывом ковалентной связи. При этом пара электронов, образующая связь делится так, что каждая из частиц получает по одному электрону. В результате гомолитического разрыва образуются свободные радикалы. Радикалы – это нейтральные частицы, содержащие неспаренные электроны. Гомолитический разрыв характерен для малополярных или неполярных связей.

Гетеролитические (ионные) реакции сопровождаются гетеролитическим распадом связи, когда оба электрона химической связи остаются с одной из образующихся частиц. В результате гетеролитического разрыва связи образуются заряженные частицы – положительная (электрофил) и отрицательная (нуклеофил). Гетеролитический разрыв связи характерен для сильнополярных связей.

По структурному типу различают следующие органические реакции:

1. реакции присоединения – это когда из двух или нескольких молекул образуется одно новое вещество. Реакции присоединения характерны для соединений с кратными связями.

2. реакции замещения – это когда в молекуле один атом (или группа атомов) замещаются другим атомом (или группой атомов), в результате чего образуется новое соединение.

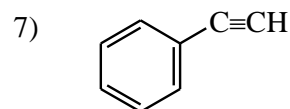
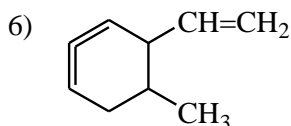
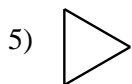
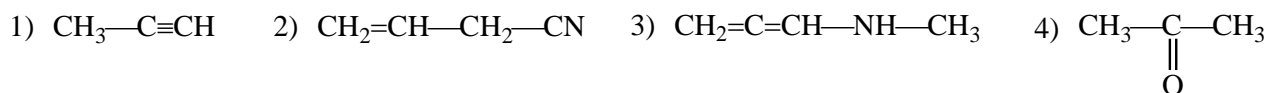
3. реакции отщепления (элиминирования) – это когда от молекулы отщепляется более простая молекула и образуется кратная связь.

4. реакции разложения – это разложение вещества на более простые.

5. окислительно-восстановительные реакции.

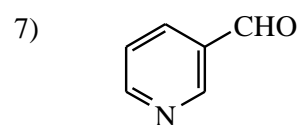
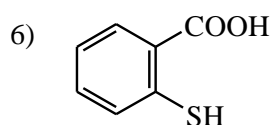
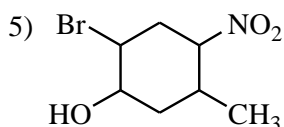
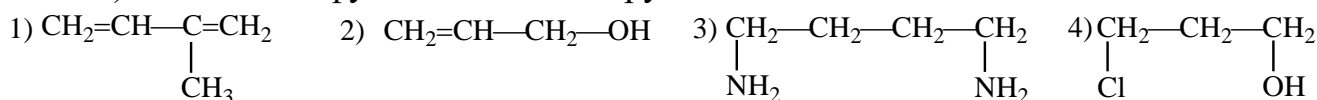
УПРАЖНЕНИЯ

1. Укажите тип гибридизации всех атомов углерода в соединениях:

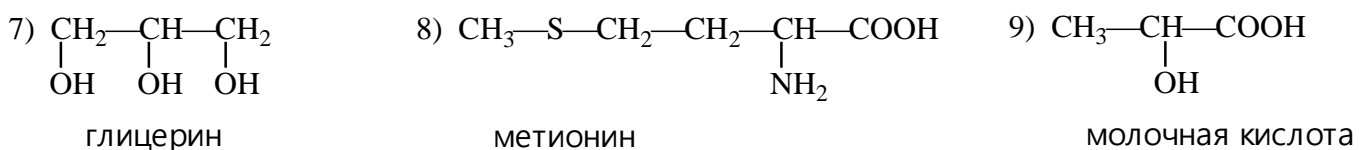
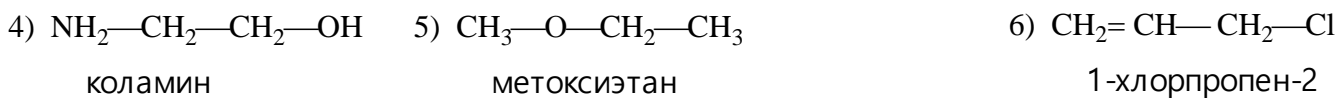
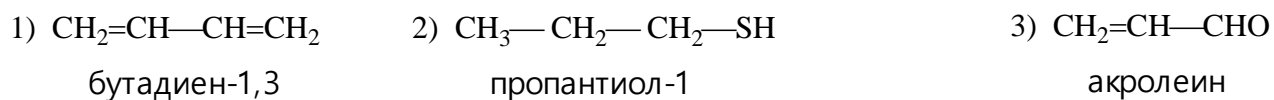


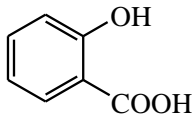
2. Проведите классификацию органических соединений, представленных ниже, по следующим признакам:

- а) строение углеродной цепи;
- б) природа функциональной группы;
- в) количество функциональных групп.

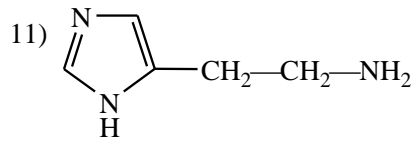


3. Классифицируйте органические соединения по характеру углеродного скелета и по функциональным группам. Перепишите структурные формулы, выделите углеродный скелет и функциональные группы назовите их. Определите класс каждого соединения:

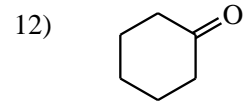




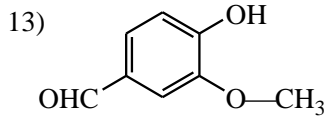
салициловая
кислота



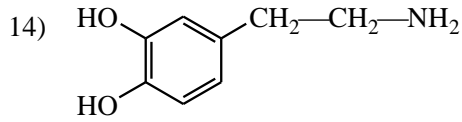
гистамин



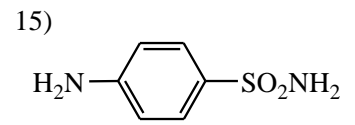
циклогексанон



ванилин

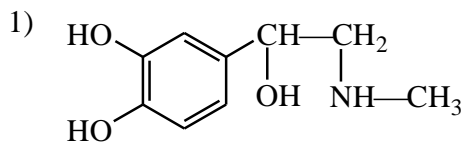


дофамин

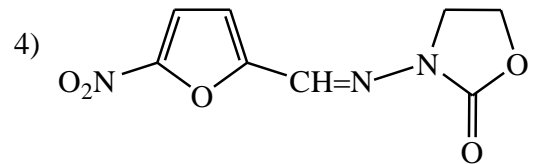


стрептоцид

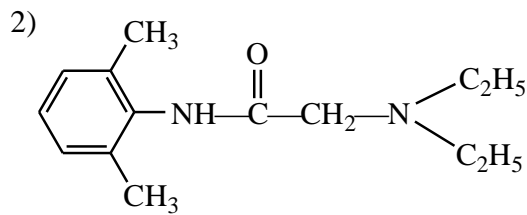
4. Выпишите функциональные группы из формул лекарственных средств, и назовите их.



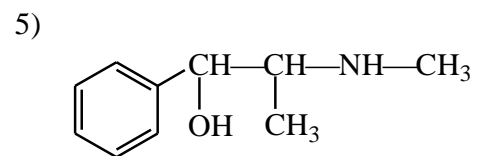
адреналин



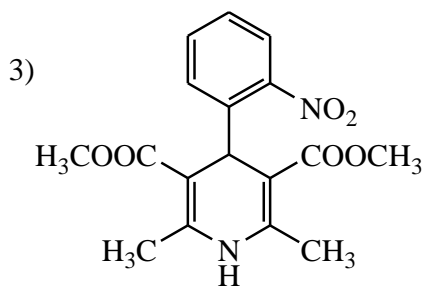
фуразолидон



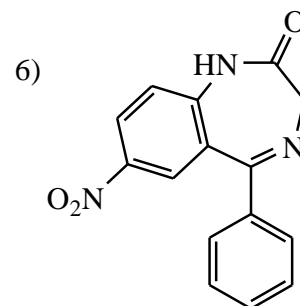
лидокаин



эфедрин



коринфар



нитразепам

ГЛАВА 1. УГЛЕВОДОРОДЫ

Углеводороды (УВ) – это органические вещества, молекулы которых состоят из атомов углерода и водорода. К углеводородам относятся алканы, алкены, алкадиены, алкины, циклоалканы и арены.

Тема 1.1. АЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

(алканы, алкены, алкадиены, алкины)

Теоретическая часть

Алканы – это предельные углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой одинарной σ -связью.

Первые четыре соединения гомологического ряда алканов имеют тривиальные названия: метан, этан, пропан и бутан. Названия последующих членов ряда состоят из корня обозначающего количество атомов углерода и окончания –ан.

Гомологический ряд алканов:

CH_4 – метан	C_5H_{12} – пентан	C_9H_{20} – нонан
C_2H_6 – этан	C_6H_{14} – гексан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – декан
C_3H_8 – пропан	C_7H_{16} – гептан	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ – ундекан
C_4H_{10} – бутан	C_8H_{18} – октан	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ – додекан

Алканы образуют алкильные радикалы. Алкильные радикалы – получаются при отрыве атома водорода от молекулы алкана, их название образуют от названия алкана с заменой окончания *-ан* на *-ил*.

Названия некоторых алкильных радикалов

Формула	Название	Формула	Название
CH_3-	метил	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	бутил
CH_3-CH_2-	этил	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	втор-бутил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопропил	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	трет-бутил

При изучении номенклатуры алканов следует обратить внимание на выбор главной цепи и ее нумерацию, а также правил записи названия и положения алкильных радикалов.

Для алканов характерна изомерия углеродного скелета. Важнейшими

природными источниками углеводородов являются нефть, природный и попутный газы.

В лаборатории алканы получают реакцией Вюрца, сплавлением солей карбоновых кислот со щелочами и гидрированием непредельных углеводородов.

В молекулах предельных углеводородов имеются только δ -связи (С-С и С-Н) отличающиеся высокой прочностью. Поэтому алканы – инертные в химическом отношении вещества, при обычных условиях они не реагируют с кислотами, со щелочами и с окислителями. Однако, для них известен ряд химических превращений: как правило, это реакции замещения, протекающие по радикальному механизму. При изучении химических свойств алканов следует обратить внимание на реакции хлорирования, нитрования, сульфирования, крекинга, пиролиза, горения.

Непредельными называются углеводороды, в молекулах которых содержится одна или несколько кратных связей.

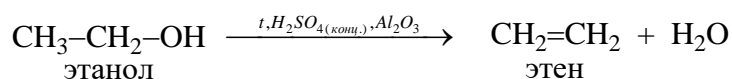
Углеводороды, содержащие одну двойную связь, называются алкенами (олефины). Углеводороды с двумя двойными связями – алкадиенами. Углеводороды с одной тройной связью называются алкинами.

При изучении номенклатуры обратите внимание на суффиксы -ен, -диен, -ин и т. п., обозначающие кратные связи, а также на порядок выбора и нумерации главной цепи. Некоторые углеводороды сохраняют тривиальные названия – этилен, ацетилен, дивинил.

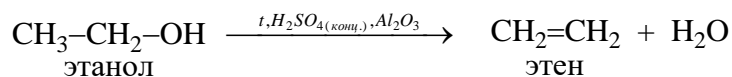
Для алкенов характерны изомерии: углеродного скелета, положения двойной связи, геометрическая. Для алкадиенов характерны изомерии: углеродного скелета, положения двойных связей, межклассовая (изомерны алкинам). Для алкинов характерны изомерии: углеродного скелета, положения тройной связи, межклассовая (изомерны алкадиенам).

При изучении методов получения кратной связи (дегидрирование, дегалогенирование, дегидрогалогенирование, дегидратация) обратите внимание на правило Зайцева.

В лаборатории алкены получают дегидратацией спиртов. Необходимое условие отщепление воды от спирта – присутствие концентрированной кислоты, которая поглощает пары воды, температуры, а также катализатора – оксида алюминия (Al_2O_3):



Ацетилен в лаборатории получают из карбида кальция обработкой его водой, эта реакция впервые осуществлена немецким химиком Ф. Велером:

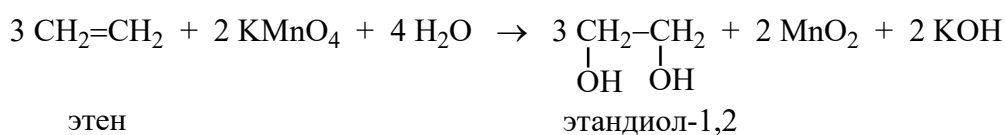


Промышленные методы получения разработаны для тех углеводородов, которые широко применяются в народном хозяйстве (ацетилен, дивинил,

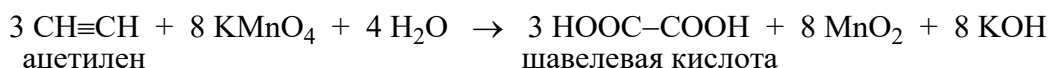
изопрен).

Наиболее характерными для непредельных углеводородов являются реакции присоединения (присоединения водорода, галогенов, воды, кислот и т.д.) с разрывом кратной связи. Это объясняется меньшей прочностью π -связи по сравнению с δ -связью, а также доступностью π -электронов для атакующего реагента.

Непредельные углеводороды окисляются гораздо легче, чем предельные углеводороды. При действии разбавленного водного раствора перманганата калия на алкен происходит гидрокселирование алкенов (введение гидроксигруппы) с образованием двухатомных спиртов (реакция Е.Е. Вагнера):



Окисление ацетиленов происходит по месту разрыва тройной связи с образованием промежуточного продукта окисления – щавелевой кислоты, которая далее может, окисляется до диоксида углерода:



При изучении реакций присоединения следует обратить внимание на правило Марковникова, а также на реакции 1,4-присоединения сопряженных диенов.

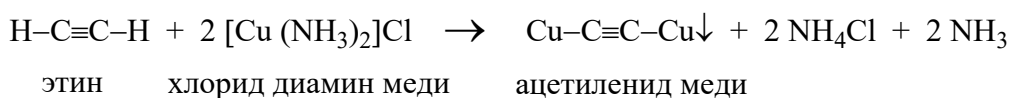
Алканы являются естественными метаболитами для многих организмов. Так, метан непрерывно образуется в природе при разложении клетчатки под действием бактерий в процессе метанового брожения. Он содержится в выдыхаемом жвачными животными воздухе, входит в состав болотного газа.

Алкены в природе встречаются в составе нефтяного газа и горючих сланцев. При попадании в атмосферу алкены подвергаются фотохимическим реакциям с кислородом, оксидами азота и серы.

Алкадиены в природе встречаются в каменноугольной смоле.

На человека углеводороды оказывают сильное наркотизирующее действие.

Особого внимания заслуживают реакции, характеризующие относительную подвижность ацетиленового атома водорода и образованием ацетиленидов:



УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1) 2,5-диметилгексан; | 17) гексадиен-2,4; |
| 2) 2-метил-3-этилпентан; | 18) 4-метилпентин-2; |
| 3) 4-изопропил-3-этилгептан; | 19) 3-метилгексадиин-1,5; |
| 4) 3,3,5,5-тетраметилоктан; | 20) 2,5-диметилгексин-3; |
| 5) 5-изобутил-4-этилдекан; | 21) 5-метилоктин-3-диен-1,6; |
| 6) 4-вторбутил-2-метилгептан; | 22) 2,2,5-триметилгексин-3; |
| 7) 5-метилгептен-2; | 23) 2,7-диметил-3-этилоктин-4; |
| 8) 2,5-диметилгексен-1; | 24) 2,3-диметилпентен-1; |
| 9) 2,3-диметилбутен-2; | 25) 3,3-диметилбутин-1; |
| 10) 2,4,4-триметилпентен-2; | 26) 2,5-диметилгексан; |
| 11) 2-метил-3,6-диэтилоктен-4; | 27) 2,2,4-триметилпентен-3; |
| 12) 3-этилгексен-3; | 28) 3-этил-4-изопропилгексан; |
| 13) 2,4-диметил-4-этилоктан; | 29) 2,3-диметилбутадиен-1,3; |
| 14) гексадиен-1,5; | 30) 2,4-диметил-4-этилоктан; |
| 15) бутадиен-1,2; | 31) 2-метилгексадиен-3,4; |
| 16) 2-метилбутадиен-1,3; | 32) 2,2,6-триметилоктен-4. |

2. Алкан в молекуле которого имеется только первичные и третичные атомы углерода, причем первичных атомов в два раза больше, чем третичных – это:

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1) 2-метилпентан; | 3) 2,3-диметилпентан; |
| 2) 2-метилбутан; | 4) 2,3-диметилбутан. |

3. Алкан в молекуле которого не имеется четвертичный атом углерода – это:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1) 2,2-диметилпропан; | 3) 2,2-диметилбутан; |
| 2) 3,4-диэтилгексан; | 4) 3,3-диэтилпентан. |

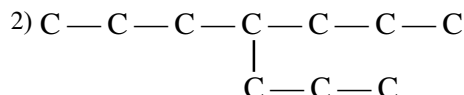
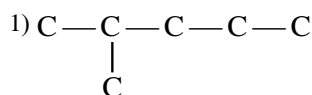
4. Один третичный атом углерода содержит:

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1) бутан; | 3) 2,2,3,3-тетраметилбутан; |
| 2) 2,2-диметилбутан; | 4) 2-метилбутан. |

5. Алкан в молекуле которого имеется три вторичных атомов углерода – это:

- | | |
|-------------------|------------|
| 1) гексан; | 3) пентан; |
| 2) 2-метилпентан; | 4) бутан. |

6. Сколько алкадиенов с кумулированными связями может иметь такие углеродные скелеты:



7. Сколько алкадиенов с сопряженными связями может иметь такие углеродные скелеты:

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1) бромистого втор-бутила; | 5) 2-бром-3-метилгексана; |
| 2) 4-бром-3-метилгептана; | 6) 3-бром-2,3-диметилпентана; |
| 3) 3-метилбутанол-1; | 7) 2-метилпентанол-3; |
| 4) 4-метилгексанол-3; | 8) 4-метилпентанол-2. |

16. Какие соединения образуются при действии спиртового раствора гидроксида калия (KOH) на следующие соединения:

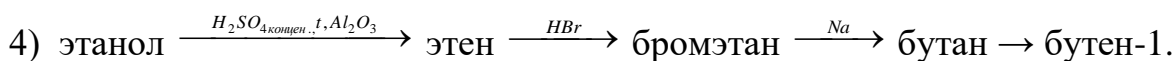
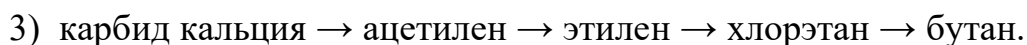
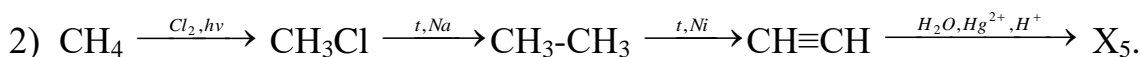
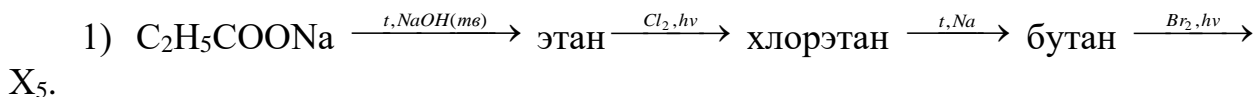
- 1) 1,2-дибромбутан;
- 2) 1,1-дибромпентан.

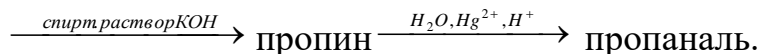
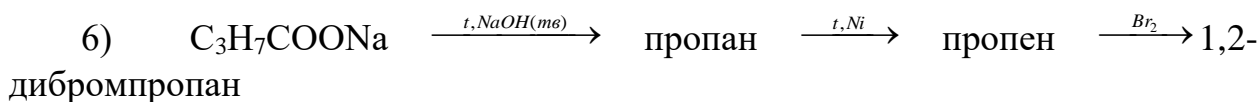
17. Используя правило Марковникова, напишите уравнения реакции следующих присоединений:

- 1) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- 2) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 3) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$
- 4) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} = \text{C} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 5) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{HI} \rightarrow$
- 6) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

Назовите продукты реакций.

18. Напишите уравнения реакций следующих превращений:





19. Назовите по систематической номенклатуре следующие углеводороды:

1) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_3 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4) $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	5) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	6) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
7) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	8) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{C}-\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	9) $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
10) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	11) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	12) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
13) $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}_2 \quad \text{CH}=\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	14) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	15) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
16) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	17) $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	18) $\begin{array}{c} \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
19)	20)	21)

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
--	--	--

Глава 1.2. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (арены)

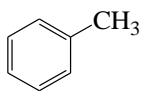
Теоретическая часть

Арены – это циклические углеводороды, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец.

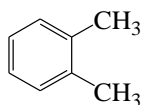
Наиболее важным из них является бензол и его производные, состав которых отвечает общей формуле C_nH_{2n-6} , а строение обычно выражают структурными формулами:



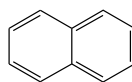
бензол



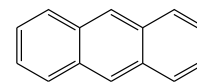
толуол



о-ксилол



нафталин



антроцен

При рассмотрении строения молекулы бензола следует обратить внимание на физический смысл понятия ароматичности:

1) под ароматичностью, с точки зрения электронного строения, понимают наличие в молекуле циклического сопряжения, в результате которого выравниваются связи между атомами цикла и образуется единое π -электронное облако;

2) под ароматичностью, с точки зрения реакционной способности, понимают способность глубоко непредельных соединений легко вступать в реакции замещения, а не присоединения, а также устойчивость их по отношению к окислителям, температуре и тому подобным факторам.

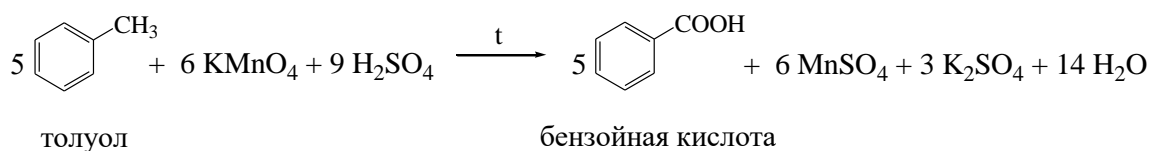
Структурная формула бензольного ядра с чередующимися тремя двойными и тремя простыми связями была предложена ещё в 1865 г. немецким химиком А. Кекуле. Однако, в кольце бензола нет обычных двойных связей чередующихся с простыми, все связи между атомами углерода равноценны.

Ароматические углеводороды содержатся в каменноугольной смоле, а также источником служит нефть. Чтобы удовлетворить огромную потребность в ароматических углеводородах, их получают также путем каталитической ароматизации ациклических углеводородов нефти. Ароматические углеводороды и их производные широко применяют для получения пластмасс, синтетических красителей, лекарственных и взрывчатых веществ, синтетических каучуков, моющих средств.

Ароматические углеводороды в отличие от алифатических горят сильно коптящим пламенем, что объясняется значительно меньшим содержанием в них атомов водорода. Поэтому реакция горения аренов может быть использована для качественной идентификации представителей данного

класса углеводов.

Химические свойства бензола, определяемые особенностями его структуры, выражаются в устойчивости бензольного ядра, несмотря на неопределенность бензола по составу. Так, в отличие от непредельных соединений с кратными связями, бензол устойчив к действию окислителей, подобно предельным углеводородам, он не обесцвечивает раствор перманганата калия. В отличие от бензола его гомологи подвергаются окислению (KMnO_4), при этом окисляется боковая цепь:



При наличии нескольких боковых цепей каждая из них окисляется до карбоксильной группы, и в результате образуются многоосновные кислоты, например в случае ксилола, образуется фталевая кислота.

Реакции присоединения для аренов не характерны, наоборот, для них, характерны реакции замещения атомов водорода в бензольном ядре. Наиболее важными и характерными для ароматических углеводородов и их производных являются реакции электрофильного замещения. Следует запомнить важнейшие заместители I рода (орто-пара-ориентанты) и II рода (мета-ориентанты). Важно понять, что при электрофильном замещении место вступления второго заместителя определяется природой первого заместителя.

Ориентирующее действие заместителей в бензольном ядре

Если в реакцию S_E вступает сам бензол, то место ориентации электрофила значения не имеет, т.к. электронная плотность в бензольном кольце распределена равномерно. Однако, если в такие реакции вступают гомологи, либо замещенные производные бензола, то симметрия π -электронного облака у них нарушена и электрофил (E^+) может быть ориентирован в орто-, мета- либо пара-положение к заместителю. Фактором, определяющим направление реакции электрофильного замещения в бензольное кольцо, чаще является мезомерный эффект. Если мезомерный эффект отсутствует, то ориентация в бензольное кольцо зависит от знака индуктивного эффекта.

По характеру ориентации электрофильной частицы (E^+) все заместители в бензольном кольце подразделяют на две группы:

1. Заместители (ориентанты) I рода. К ним относятся имеющие положительный индуктивный эффект алкильные группы ($-\text{R}$: $-\text{CH}_3$; $-\text{C}_2\text{H}_5$ и др.); проявляющие положительный мезомерный эффект группы ($-\text{OH}$; $-\text{OR}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{NHR}$; $-\text{NR}_2$; $-\text{F}$; $-\text{Cl}$; $-\text{Br}$; $-\text{I}$; $-\text{SH}$; $-\text{SR}$; $-\text{O}^-$) обладающие электронодонорным характером по отношению к бензольному ядру. Заместители I рода (X_I) облегчают электрофильное замещение по сравнению

с незамещенным бензолом и направляют входящую группу в орто- или пара-положения.

2. Заместители (ориентанты) II рода. К ним относятся группы: $-\text{C}\equiv\text{N}$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{CHO}$, $-\text{COR}$, $-\text{COOH}$, $-\text{COOR}$, $-\text{NH}_3^+$, $-\text{NR}_3^+$, $-\text{CF}_3$, $-\text{CCl}_3$, $-\text{NO}_2$. Проявляющие по отношению к бензольному ядру электроноакцепторный характер за счет отрицательного индуктивного или отрицательного мезомерного эффектов. Заместители II рода (X_{II}) затрудняют реакции электрофильного замещения по сравнению с незамещенным бензолом. Если в более жестких условиях реакция все же проходит, входящая группа вступает в мета-положение.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1) 1-метил-4-пропилбензол; | 12) циклогексан; |
| 2) гексаметилбензол; | 13) <i>n</i> -ксилол; |
| 3) 1,2-диметилциклопропан; | 14) 2-этил-4-пропилтолуол; |
| 4) 1-метил-3-пропилбензол; | 15) 1,2,4-триметилбензола; |
| 5) изопропилбензол; | 16) 4-нитро-3-хлортолуол; |
| 6) 1,2,3-триметилбензол; | 17) 1-хлор-2-этилциклогексана; |
| 7) метилциклобутан; | 18) 2-пропилбензола; |
| 8) 1-метил-3-этилбензол; | 19) 1-хлор-3-этилбензола; |
| 9) 4-пропил-2-этилтолуол; | 20) <i>o</i> -бромтолуол; |
| 10) 1,1-диметилциклопропан; | 21) 1-бутил-3-этилбензол; |
| 11) 1-хлор-2-этилбензол; | 22) 1-метил-4-этилбензола. |

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров ароматических углеводородов общей формулы C_8H_{10} , $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$. Назовите соединения по международной номенклатуре.

3. Изобразите структурные формулы всех изомерных циклоалканов, формула которых C_5H_{10} .

4. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров ароматического углеводорода состава C_9H_{12} . Назовите их.

5. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на смесь галогенпроизводных:

- 1) бромбензола и бромистого изопропила;
- 2) хлористого бензила и хлористого этила;
- 3) *o*-бромтолуола и бромистого этила.

6. Какие углеводороды получаются при взаимодействии следующих веществ по реакции Фриделя–Крафтса:

- 1) бензола с бромистым этилом;
- 2) толуола с бромистым изопропилом;
- 3) *m*-ксилол с бромистым этилом;
- 4) бензола с этиленом.

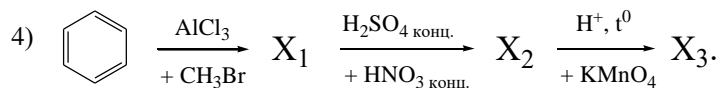
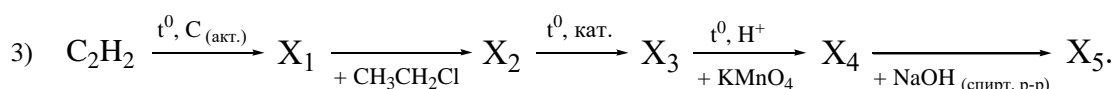
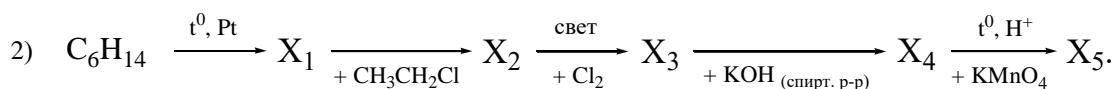
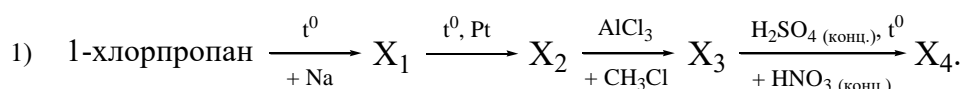
7. Напишите уравнения каталитической ароматизации:

- 1) 2-метилгексана;
- 2) *n*-гептана;
- 3) *n*-октана.

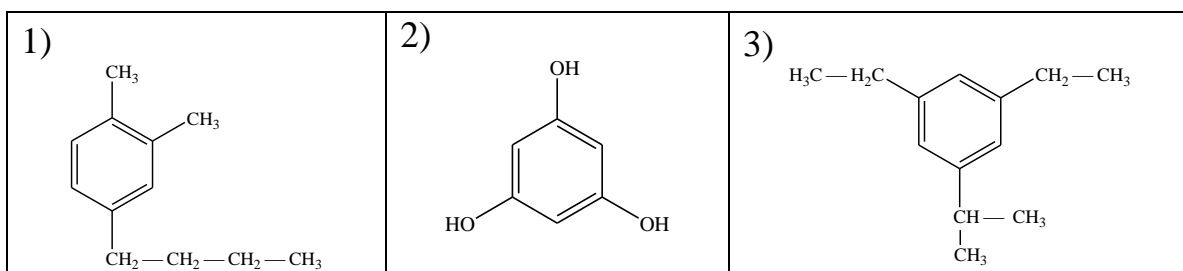
8. Напишите уравнения реакций между веществами, учитывая ориентирующее действие заместителей:

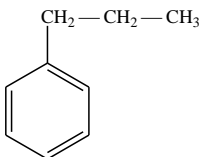
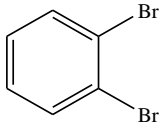
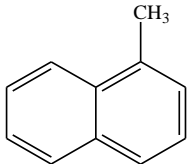
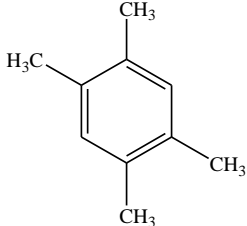
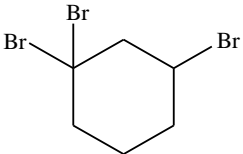
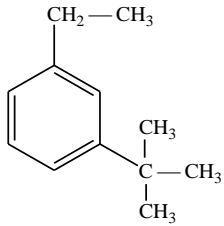
- 1) *m*-нитротолуолом и хлором (в присутствии $AlCl_3$);
- 2) *m*-ксилолом и азотной кислотой;
- 3) *n*-ксилолом и серной кислотой.

9. Напишите уравнения реакции по схеме:



10. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:



<p>4)</p> 	<p>5)</p> 	<p>6)</p> 
<p>7)</p> 	<p>8)</p> 	<p>9)</p> 

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ

Цель работы: познакомиться с лабораторными способами получения некоторых представителей гомологических рядов этиленовых и ацетиленовых углеводородов и изучить их свойства. Изучить некоторые физические свойства и сравнить реакционную способность алканов, алкенов, алкинов и аренов.

Реактивы:

- 1) бензол \rightarrow C_6H_6 ;
- 2) гексан \rightarrow C_6H_{14} ;
- 3) гексен-1 \rightarrow $CH_2=CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$;
- 4) толуол \rightarrow $C_6H_5-CH_3$;
- 5) этиловый спирт \rightarrow CH_3-CH_2-OH ;
- 6) аммиачным раствором хлорида меди (I) \rightarrow $[Cu(NH_3)_2]Cl$;
- 7) карбид кальция \rightarrow CaC_2 ;
- 8) оксид алюминия \rightarrow Al_2O_3 ;
- 9) перманганат калия \rightarrow $KMnO_4$;
- 10) серная кислота конц. \rightarrow H_2SO_4 ;
- 11) фенолфталеин \rightarrow $C_{20}H_{14}O_4$;
- 12) дистиллированная вода.

Оборудование:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| – медная проволока | – стеклянная палочка |
| – мерные пробирки | – фильтровальная бумага |
| – пинцет | – микрошпатель |
| – спиртовка | – штатив с пробирками |

Опыт 1. Получение этилена

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В колбу, укрепленную в штативе, налейте 2 мл этилового спирта и осторожно прилейте 6 мл концентрированной серной кислоты. Добавьте несколько крупинок оксида алюминия и закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Содержимое колбы осторожно нагрейте.</p>	$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow{t, H_2SO_4(конц.), Al_2O_3} CH_2=CH_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$

Выждав некоторое время, необходимое для вытеснения из пробирки воздуха, пропустите этилен в водный раствор перманганата калия.	
--	--

Контрольные вопросы:

1. Какой газ выделяется из газоотводной трубки при нагревании колбы?
2. В качестве чего при получении этилена используется оксид алюминия?
3. Какова роль концентрированной серной кислоты в реакции получения этилена?
4. Что образуется при пропускании этилена через раствор перманганата калия?
5. Как изменяется окраска растворов перманганата калия при пропускании через него этилена?

Опыт 2. Получение ацетилена

Ход опыта	Уравнения реакций
В пробирку, до половины, налейте перманганата калия и поместите небольшой кусочек карбида кальция.	$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Какой газ выделяется при взаимодействии карбида кальция с водой?
2. Объясните обесцвечивание раствора перманганата калия при пропускании ацетилена.
3. Как происходит окисление ацетилена?



Опыт 3. Горение углеводородов

Ход опыта	Уравнения реакций
Возьмите три пробирки. В первую поместите 10 капель гексана, во вторую – 10 капель бензола, в третью – 10 капель толуола. В пламени горелки прокалите петлю из медной проволоки до исчезновения посторонней окраски. Затем её поместите в пробирку, с гексаном и вновь внесите в пламя горелки. Опыт повторите с другими углеводородами.	

Контрольные вопросы:

Какие углеводороды горят коптящим пламенем? Почему?

Опыт 4. Сравнение химических свойств углеводородов

Ход опыта	Уравнения реакций
Возьмите 4 пробирки, в каждую пробирку поместите по 10 капель раствора перманганата калия и 8 капель раствора серной кислоты. Затем прилейте: – в первую пробирку 10 капель гексана, – во вторую 10 капель гексена-1, – в третью 10 капель бензола, – в четвертую 10 капель толуола. Все пробирки встряхните.	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
	 + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t}$
	 + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t}$

Контрольные вопросы:

1. Какой процесс идет в ходе этих реакции?
2. При обычных условиях гексан окисляется? Почему?
3. Какое соединение образуется при окислении гексена-1?
4. Бензол подвергается окислению перманганатом калия?
5. Что образуется при окислении толуола раствором перманганата калия?
6. Оцените способность к окислению в ряду аренов: бензол, толуол.
7. Какие из изученных классов соединений химически более активны?

Опыт 5. Образование ацетиленида меди (I)

Ход опыта	Уравнения реакций
В пробирку поместите небольшой кусочек карбида кальция, к которому добавьте 2 мл дистиллированной воды. Внесите в отверстие пробирки полоску фильтровальной бумаги, смоченной аммиачным раствором хлорида меди (I). По окончании выделения ацетилена в пробирку добавьте 1 каплю фенолфталеина.	$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{H-C}\equiv\text{C-H} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Какое соединение образуется на полоске фильтровальной бумаги?
2. Отметьте изменения, происходящие при взаимодействии ацетилена с аммиачными растворами хлорида меди (I).
3. Какие алкины не могут вступать в реакцию с данным реагентом?
4. Какие наблюдения вы отметили после добавления в пробирку для получения ацетилена индикатора? Почему?
3. Отметьте цвет, который образуется на полоске фильтровальной бумаги.

ГЛАВА 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Функциональные производные углеводородов – это производные углеводородов, молекулы которых содержат одну или несколько функциональную группу.

Функциональная группа – это атом или группа атомов, определяющая характерные химические свойства данного класса органических соединений.

К монофункциональным производным углеводородов относятся галогенопроизводные, гидроксильные соединения (спирты и фенолы), карбонильные соединения (альдегиды и кетоны), карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры, азотсодержащие соединения (амины и нитросоединения), серосодержащие соединения (тиолы и сульфоновые кислоты).

Название класса	Определение класса	Функциональная группа
Галогеноуглеводороды	это производные углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены на атомы галогена	—F —Cl —Br —I
Спирты	это кислородсодержащие производные ациклических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу	—OH
Фенолы	это кислородсодержащие производные ароматических углеводородов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп у атома углерода бензольного кольца	—OH
Простые эфиры	это кислородсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых два углеводородных радикала связаны атомом кислорода	—O—
Альдегиды	это кислородсодержащие производные углеводородов, содержащие карбонильную группу	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$
Кетоны	это кислородсодержащие производные углеводородов, содержащие карбонильную группу	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$

Карбоновые кислоты	это кислородсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на карбоксильную группу	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
Сложные эфиры	это функциональные производные карбоновых кислот	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OR} \end{array}$
Амины	это азотсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на аминогруппу	—NH_2
Нитросоединения	это азотсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на нитрогруппу	—NO_2
Тиолы	это серосодержащие производные углеводородов, в молекулах которых имеется тиогруппа	—SH
Сульфо-новые кислоты	это серосодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на сульфогруппу	$\text{—SO}_3\text{H}$

Тема 3.1.

КИСЛОРОД СОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

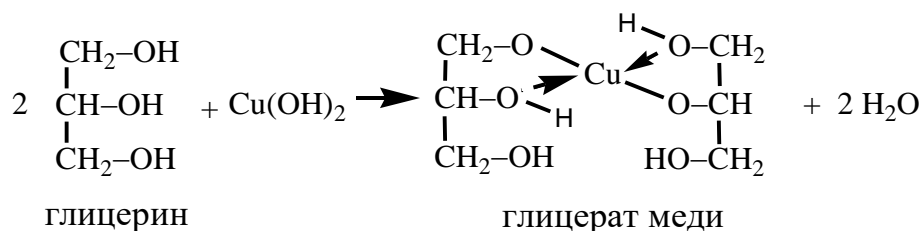
Теоретическая часть

К кислородсодержащим органическим соединениям относятся спирты, альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты, простые и сложные эфиры.

СПИРТЫ

которых содержат несколько гидроксильных групп.

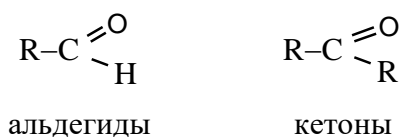
Как и одноатомные спирты, многоатомные спирты взаимодействуют со щелочными металлами, с органическими и неорганическими кислотами. В отличие от одноатомных спиртов многоатомные спирты легко взаимодействуют не только со щелочными металлами, но и с гидроксидами тяжелых металлов, например с гидроксидом меди (II). Нерастворимый в воде гидроксид меди (II) голубого цвета растворяется в глицерине с образованием ярко-синего раствора глицерата меди (II), который не разлагается даже при кипячении. Эта реакция является качественной реакцией на все многоатомные спирты.



КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (альдегиды и кетоны)

Карбонильные соединения – это кислородсодержащие производные углеводов, в молекуле которых имеется карбонильная группа. К карбонильным соединениям относятся альдегиды и кетоны.

У альдегидов карбонильная группа связана с радикалом и атомом водорода, а у кетонов обе валентности карбонильной группы насыщены углеводородными радикалами.



В названиях альдегидов карбонильная группа, если она является старшей, обозначается суффиксом *-аль*. Нумерацию углеродной цепи в этом случае начинают от альдегидной группы. Если альдегидная группа не является старшей, то используют префикс *формил-*. Кетоны называют, используя суффикс *-он*, если нет более старшей группы, с указанием места карбонильной группы, в ее присутствии используют префикс *оксо-*. Нумерацию начинают от ближайшего к кетонной группе конца цепи.

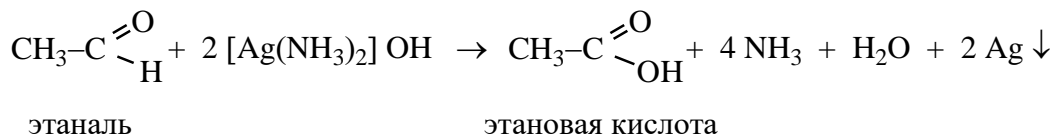
Изомерия: углеродного скелета; положения функциональной группы, у кетонов; межклассовая (альдегиды изомерны кетонам).

При изучении альдегидов и кетонов обратите внимание на способы их получения. Одним из методов является окисление спиртов. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, а при окислении вторичных –

кетоны. Следует также отметить получение альдегидов и кетонов из дигалогенпроизводных, из солей карбоновых кислот, гидратацией ацетиленовых углеводородов (реакция Кучерова).

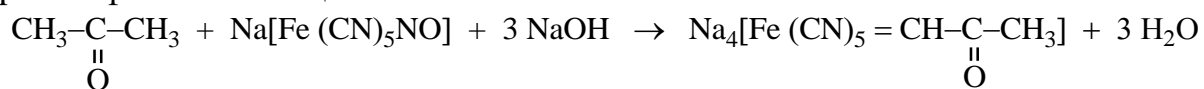
Альдегиды и кетоны отличаются высокой реакционной способностью. Для них характерны реакции присоединения к карбонильной группе (H_2 , HCN , $NaHSO_3$, ROH), замещения кислорода карбонильной группы, конденсации, реакции замещения подвижного атома водорода в α -положении.

Наличие в молекулах альдегидов атома водорода, связанного с карбонильной группой, обуславливает некоторые отличия альдегидов и кетонов. Альдегиды являются более реакционно-способными веществами. Они легко окисляются до карбоновых кислот различными окислителями (сильные окислители: кислород воздуха, перманганат калия и бихромат калия в кислой среде; слабые окислители: аммиачный раствор оксида серебра (I), щелочной раствор сульфата меди (II)). Реакция с аммиачным раствором оксида меди (I) и щелочным раствором сульфата меди (II) являются качественными реакциями на альдегиды. При действии аммиачного раствора оксида серебра (реакция серебряного зеркала) на альдегидную группу реакционная смесь бурлит и на стенках выделяется серебро в виде блестящего зеркального налета («серебряное зеркало»). Реакция считается положительной также при выпадении серебра в виде черного осадка:



Кетоны окисляются труднее и при действии только сильных окислителей в жестких условиях.

Качественной реакцией на ацетон является проба Легалья, то есть в присутствии кетонов нитропруссид натрия (нитрозопентацианоферрат натрия) в щелочной среде образует комплексный анион, окрашенный в красно-фиолетовый цвет:



Этот метод используется в клинике как экспресс-метод для обнаружения ацетона в моче у больных сахарным диабетом.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Карбоновые кислоты – это кислородсодержащие производные углеводородов, которые имеют в молекуле одну или несколько карбоксильных

групп (-COOH).

В систематических названиях карбоновых кислот карбоксильная группа обозначается сочетанием *-овая кислота*. Нумерацию углеродной цепи начинают от карбоксильной группы.

При составлении названий кислот, имеющих сложное строение, иногда также используют тривиальные названия кислот, соответствующие наиболее длинной прямой цепи. В этом случае атомы углерода в прямой цепи обозначают греческими буквами, начиная со второго атома углерода: α (альфа), β (бета), γ (гамма), δ (дельта) и т. д.

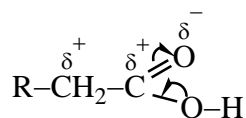
Тривиальные названия некоторых представителей карбоновых кислот:

№ п/п	Формула кислоты	Название кислоты	
		систематическое	тривиальное
1.	H-COOH	метановая кислота	муравьиная кислота
2.	CH ₃ -COOH	этановая кислота	уксусная кислота
3.	CH ₃ -CH ₂ -COOH	пропановая кислота	пропионовая кислота
4.	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -COOH	бутановая кислота	масляная кислота
5.	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -COOH	пентановая кислота	валериановая кислота
6.	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH	гексановая кислота	капроновая кислота
7.	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -COOH	гептановая кислота	энантовая кислота
8.	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -COOH	октановая кислота	каприловая кислота
9.	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -COOH	нонановая кислота	пеларгоновая кислота
10.	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -COOH	декановая кислота	каприновая кислота
11.	CH ₂ =CH-COOH	пропеновая кислота	акриловая кислота
12.	HOOC-COOH	этандиовая кислота	щавелевая кислота
13.	HOOC-CH ₂ -COOH	пропандиовая кислота	малоновая кислота
14.	HOOC-(CH ₂) ₂ -COOH	бутандиовая кислота	янтарная кислота
15.	HOOC-(CH ₂) ₃ -COOH	пентандиовая кислота	глутаровая кислота

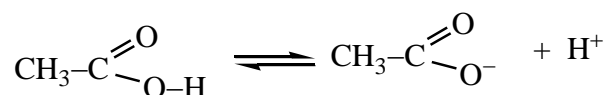
Для карбоновых кислот характерна изомерия углеродного скелета.

При изучении класса карбоновых кислот обратите внимание на способы их получения. Карбоновые кислоты в основном получают реакциями окисления алканов, алкенов, спиртов и альдегидов, а также реакциями – гидролиза нитрилов и сложных эфиров.

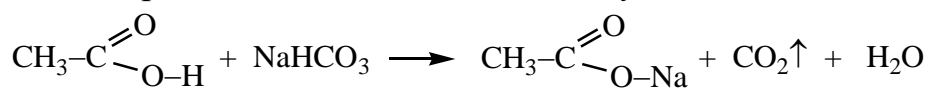
Химические свойства карбоновых кислот определяются карбоксильной группой, а также природой связанного с ней радикала. Карбоновые кислоты обладают кислотными свойствами. В карбоксильной группе наблюдается возрастание поляризации двойной связи ($>C=O$) за счет дополнительного оттягивания свободной электронной пары с соседнего атома кислорода гидроксильной группы. В результате ослабления связи в ОН-группе атом водорода легко отщепляется в виде протона.



В водных растворах монокарбоновые кислоты ведут себя как одноосновные неорганические кислоты: происходит их ионизация с образованием иона водорода и карбоксилат-иона:



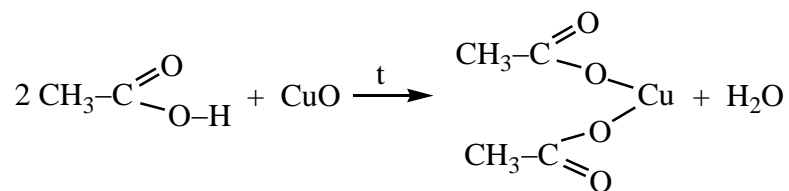
Карбоновые кислоты являются слабыми кислотами, они значительно уступают по своим кислотным свойствам таким сильным неорганическим кислотам, как серная, соляная и т.п. Из неорганических кислот лишь угольная слабее органических кислот предельного ряда и может вытесняться ими из ее солей – карбонатов. Достаточно вспомнить процесс «гашения» уксусом пищевой соды, сопровождающийся выделением углекислого газа:



уксусная кислота

ацетат натрия

Для карбоновых кислот наиболее характерными являются реакции образования солей с металлами, оксидами и гидроксидами металлов:



этановая кислота

ацетат меди

Также для карбоновых кислот характерны реакции этерификации и реакции образования других функциональных производных (ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов), а также реакции по α-положению.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- 1) 2-метилпропанол-2;
- 2) 2,2-диметилпропановая кислота;
- 3) 2-метил-3-этилпентанол-1;
- 4) 2-метилбутин-3-ол-2;
- 5) 2,2,6-триметилгептанон-4;
- 6) 2,2,4-трихлорпентанол-3;
- 7) 3,3-диметилбутаналь;
- 8) 4,4-диметилпентен-1-ол-3;
- 9) 3-метилбутен-2-оая кислота;
- 10) пропин-2-ол-1;
- 11) 3,3-диметилпентанон-2;
- 12) α,β -диэтилкапроновая кислота;
- 13) б-хлоргексен-2-ин-4-аль;
- 14) 2,3-диметилбутандиовая кислота;
- 15) 2,3-диметилпентаналь;
- 16) ацетон;
- 17) гептин-3-диовая кислота;
- 18) 3-гидрокси-4-метилгексаналь;
- 19) γ -гидроксимасляная кислота;
- 20) 2-метилбутин-3-ол-2;
- 21) 2-метил-4-третбутилгептаналь;
- 22) 5-изопропилгексановая кислота;
- 23) 2,3-диметилпентандиол-2,3;
- 24) 5,5-диметил-3-пропилгексанон-2;
- 25) 2,3,4-триметилпентанол-3;
- 26) 2-хлор-4-оксопентановая кислота;
- 27) 2-метилгексин-4-он-3;
- 28) 2-метилнонадин-3,6-оая кислота;
- 29) 2,2,4-триметилпентанол-3;
- 30) 2-метилбутин-3-ол-2;
- 31) 2,3-диметилпентандиол-2,3;
- 32) 4,4-диметилпентен-1-ол-3;
- 33) 5,5-диметилгександион-2,3;
- 34) 5-гидроксипетадиен-2,3-аль;
- 35) 2-метилгептен-2-он-4;
- 36) 2-хлор-2-этилпентен-4-оая кислота;
- 37) гексен-2-ин-4-оая кислота;
- 38) β,γ -диметилвалериановая кислота;
- 39) 3-изобутилгексин-5-оая кислота;
- 40) 2,2,6-триметил-4-этинилгептаналь;

41) 6-изобутилнонен-3-дион-2,8.

2. Напишите структурные формулы изомеров следующих соединений:

- | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1) C_3H_7OH ; | 4) C_4H_8O ; | 7) $C_5H_{10}O$; |
| 2) $C_4H_8O_2$; | 5) $C_6H_{12}O_2$; | 8) C_4H_9OH ; |
| 3) $C_6H_{12}O$; | 6) $C_5H_{11}OH$; | 9) $C_5H_{10}O_2$. |

Назовите их.

3. Какие спирты образуются в результате щелочного гидролиза:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1) 1-иод-4-метилпентана; | 3) 2,3-дибромбутана; |
| 2) 3-бромбутена-1; | 4) 2-хлорпропен-1. |

Назовите полученные соединения.

4. Как можно получить этаналь исходя из следующих веществ:

- | | |
|-----------|---------------------|
| 1) этена; | 3) 1,1-дихлорэтана; |
| 2) этина; | 4) этанола. |

Напишите уравнения реакций.

5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить ацетон, исходя из веществ:

- | | |
|----------------------|------------|
| 1) пропанол-2; | 3) пропин. |
| 2) 2,2-дибромпропан; | |

Укажите условия протекания.

6. Как можно получить уксусную кислоту исходя из следующих веществ:

- | | |
|------------------|-------------|
| 1) этилацетата; | 3) этанола; |
| 2) ацетонитрила; | 4) ацетона. |

Напишите уравнения реакций.

7. Напишите уравнения реакций, которые могут протекать между метиловым спиртом и следующими веществами:

- 1) кальцием;
- 2) иодоводородом;
- 3) оксидом меди (II) при нагревании.

8. Составьте уравнения реакций между глицерином и следующими веществами:

- 1) натрием;
- 2) бромоводородом;
- 3) азотной кислотой;
- 4) гидроксидом меди (II).

9. Проведите альдольную конденсацию муравьиного альдегида с уксусным

альдегидом.

10. Напишите уравнения реакций, в которых участвуют пропионовая кислота и следующие вещества:

- 1) метанол;
- 2) галогенид фосфора (III);
- 3) гидроксид натрия.

11. Напишите уравнения реакции между следующими соединениями:

- 1) этилового спирта и пропилового спирта;
- 2) метилового спирта и изопропилового спирта;
- 3) бутилового спирта и изобутилового спирта.

Назовите простые эфиры.

12. Напишите уравнения реакций получения следующих простых эфиров:

- 1) метилэтилового;
- 2) этилпропилового;
- 3) моноэтилового эфира этиленгликоля.

13. Напишите уравнения реакции между следующими соединениями:

- 1) этилового спирта и уксусной кислоты;
- 2) метилового спирта и масляной кислоты;
- 3) бутилового спирта и пропионовой кислоты.

14. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения, используя структурные формулы органических веществ:

- 1) метан \rightarrow хлорметан \rightarrow метанол \rightarrow метилпропиловый эфир \rightarrow пропанол-1 \rightarrow хлорпропан \rightarrow n-гексан \rightarrow бензол;
- 2) этилен \rightarrow этанол \rightarrow этилен \rightarrow этиленгликоль \rightarrow гликолят меди;
- 3) глюкоза \rightarrow этанол \rightarrow этанолят натрия \rightarrow этанол \rightarrow метиловый эфир азотной кислоты;
- 4) метан \rightarrow этин \rightarrow этаналь \rightarrow X \rightarrow ацетат натрия \rightarrow метан \rightarrow этанол;
- 5) карбид кальция \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow хлорбензол \rightarrow фенол \rightarrow 2,4,6-тринитрофенол;
- 6) этаналь \rightarrow этанол \rightarrow этен \rightarrow хлорэтан \rightarrow этилбензол \rightarrow бензойная кислота \rightarrow бензоат натрия;
- 7) 3-хлорпропен-1 \rightarrow 1,2,3-трихлорпропан \rightarrow глицерин \rightarrow нитроглицерин;
- 8) этен \rightarrow хлорэтан \rightarrow этанол \rightarrow этаналь \rightarrow гидроксинитрил;

9) ацетилен → этаналь → этанол → уксусная кислота → ацетат натрия
→ метан → метановая кислота → формиат аммония;

10) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$.

11) $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{\text{Cl}_2, h\nu} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{спирт-рКОН}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{Ag}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \text{X}_4 \xrightarrow{\text{Cu(OH)}_2} \text{X}_5$.

12) $\text{C}_2\text{H}_4 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{X}_1 \xrightarrow{t, \text{Na}} \text{X}_2 \xrightarrow{t, \text{AlCl}_3} \text{X}_3 \xrightarrow{t, \text{кат.}} \text{X}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})} \text{X}_5$.

13) $\text{C}_3\text{H}_8 \xrightarrow{\text{Br}_2, h\nu} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{спирт-рКОН}} \text{X}_2 \xrightarrow{t, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4} \text{X}_4$.

14) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{HBr}} \text{X}_2 \xrightarrow{t, \text{NaOH}} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{Na}} \text{X}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

15) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{HCOH} \rightarrow \text{HCOOH} \rightarrow \text{HCOOK}$.

16) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl-COOH}$.

15. Назовите следующие соединения:

1) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \quad \text{OH} \end{array}$	2) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$	3) $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{C} \equiv \text{CH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
7) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{Br} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	8) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	9) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$
10) $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	11) $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl} \\ \\ \text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	12) $\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \text{O} \\ // \quad \quad // \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{H} \end{array}$
13) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	14) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	15) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$
16) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$	17) $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	18) $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
19) $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	20) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$	21) $\begin{array}{c} \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} = \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$

25)	26)	27)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}-\text{C} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
28)	29)	30)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \parallel \\ \text{CH}=\text{CH}_2 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
31)	32)	33)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Лабораторная работа 3.

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Цель работы: изучить некоторые физические и химические свойства предельных одноатомных спиртов, альдегидов, кетонов, одно- и многоосновных карбоновых кислот. Познакомиться с характерными реакциями на многоатомные спирты и кетоны.

Реактивы:

- 1) ацетон \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$;
- 2) глицерин \rightarrow $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$;
- 3) лимонная кислота \rightarrow $\text{HOOC-CH}_2\text{-C(OH)(COOH)-CH}_2\text{-COOH}$;
- 4) уксусная кислота \rightarrow CH_3COOH ;
- 5) этаналь \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CHO}$;
- 6) этиловый спирт \rightarrow $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$;
- 7) щавелевая кислота \rightarrow HOOC-COOH ;
- 8) раствор аммиака \rightarrow NH_4OH ;
- 9) гидрокарбонат натрия \rightarrow Na_2HCO_3 ;
- 10) гидроксид натрия \rightarrow NaOH ;
- 11) металлический натрий \rightarrow Na ;
- 12) нитропруссид натрия \rightarrow $\text{Na}_2 [\text{Fe} (\text{CN})_5 \text{NO}]$;
- 13) нитрат серебра \rightarrow AgNO_3 ;

- 14) оксид меди \rightarrow CuO;
- 15) сульфат меди \rightarrow CuSO₄;
- 16) серная кислота \rightarrow H₂SO₄;
- 17) фосфорная кислота \rightarrow H₃PO₄;
- 18) фенолфталеин \rightarrow C₂₀H₁₄O₄;
- 19) дистиллированная вода.

Оборудование:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| – медная проволока | – универсальная |
| – пинцет | индикаторная бумага |
| – скальпель | – фильтровальная бумага |
| – спиртовка | – микрошпатель |
| | – штатив с пробирками |

Опыт 1. Образование и гидролиз алкоголятов

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В пробирку налейте 10 капель этилового спирта и поместите небольшой кусочек металлического натрия.</p> <p>К образовавшемуся алкогольату натрия прилейте воду, а затем добавьте несколько капель фенолфталеина.</p>	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{Na} \rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-ONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Какой газ выделяется при взаимодействии натрия со спиртом?
2. Какие соединения образуются при гидролизе алкоголята натрия?
3. Этанол или вода проявляет более сильные кислотные свойства?
4. Что показывает индикатор?

Опыт 2. Особенности свойств многоатомных спиртов

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>Возьмите 2 пробирки в каждую налейте по 20 капель сульфата меди и 5 капель гидроксида натрия. Затем к образовавшемуся осадку гидроксида меди (II), добавьте по 5 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку глицерина; – во вторую пробирку этанола. <p>Все пробирки встряхните и нагрейте.</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH-OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array} + \text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t}$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t}$

Контрольные вопросы:

1. Как называется термически устойчивое комплексное соединение, которое образуется при взаимодействии глицерина с гидроксидом меди (II)? Отметьте цвет этого соединения.
2. Взаимодействует этанол с гидроксидом меди (II)? Почему?
3. Можно ли данную реакцию считать качественной на многоатомные спирты?

Опыт 3. Окисление кислородсодержащих производных углеводородов

3.1. Окисление спиртов

Ход опыта	Уравнения реакций
В пробирку поместите 10 капель этилового спирта. Затем в пламени спиртовки сильно прокалите медную проволоку, и опустите ее в пробирку с этанолом.	$\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^0}$ $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH} + \text{CuO} \xrightarrow{t^0}$

Контрольные вопросы:

1. Какого цвета становится медная проволока после прокаливания? Почему?
2. Какое соединение образуется при окислении этилового спирта?
3. Определите выделяющийся запах. Какому веществу он соответствует?

3.2. Окисление карбонильных соединений (реакция «серебряного зеркала»)

Ход опыта	Уравнения реакций
Возьмите две обезжиренные чистые пробирки и в каждую из них поместите по 5 капель раствора нитрата серебра и 10-15 капель концентрированного раствора аммиака (до полного растворения осадка оксида серебра). Затем добавьте по 5 капель в первую пробирку этанала, а во вторую – ацетона. Содержимое пробирок осторожно нагрейте в спиртовке.	$\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—H} \end{array} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{OH} \xrightarrow{t^0}$ $\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \text{—CH}_3 \\ \text{ } \\ \text{O} \end{array} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{OH} \xrightarrow{t^0}$

Контрольные вопросы:

1. Какое органическое соединение образуется при окислении этанала?

2. Ацетон подвергается окислению аммиачным раствором оксида серебра? Почему?

Опыт 4. Экспресс-метод для обнаружения ацетона

Ход опыта	Уравнения реакций
В пробирку поместите 10 капель воды и 3 капли ацетона, а затем добавьте 10 капель нитропруссид натрия. К полученному раствору добавьте 3 капли гидроксида натрия.	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_3 + \text{Na}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] + \text{NaOH} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Для чего используют этот метод в клинике?
2. Отметьте цвет раствора.

Опыт 5. Свойства карбоновых кислот

5.1. Сравнения силы карбоновых и минеральных кислот

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>На полоску универсальной индикаторной бумаги нанесите по капле растворов уксусной, щавелевой, лимонной, фосфорной и серной кислот.</p> <p>С помощью шкалы определите рН этих растворов.</p>	

Контрольные вопросы:

1. Запишите значение рН растворов кислот по шкале.
2. Сделайте вывод о силе карбоновых и минеральных кислот.
3. Напишите процесс диссоциации уксусной кислоты.

5.2. Образование солей карбоновых кислот

Ход опыта	Уравнения реакций
В пробирку поместите на кончике микрошпателя оксид меди (II), добавьте 10–12 капель раствора уксусной кислоты и смесь нагрейте в пламени спиртовки.	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H} + \text{CuO} \xrightarrow{t}$

Контрольные вопросы:

1. Какая соль образуется при взаимодействии уксусной кислоты с оксидом меди (II)?
2. Отметьте цвет раствора.

5.3. Получение ацетатов из гидрокарбонатов

Ход опыта	Уравнения реакций
Налейте в пробирку 10 капель уксусной кислоты, затем добавьте на кончике микрошпателя гидрокарбонат натрия.	$\text{CH}_3\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-O-H} \end{array} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Почему полученный раствор начинает пениться?
2. Какие соединения образуются при взаимодействии карбоната натрия и уксусной кислоты?

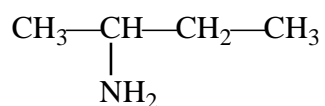
Тема 3.2.

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

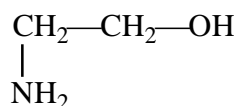
Амины – это азотсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на аминогруппу.

Родовое название амины относится к соединениям RNH_2 , $RR'NH$ и $RR'R''N$, которые являются первичными, вторичными и третичными аминами соответственно. В более широком смысле к аминам относятся и соединения, содержащие группу $-NH-$ в цикле.

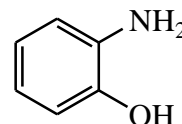
Названия первичных аминов образуются добавлением суффикса *-амин* к названию радикала или к названию родоначальной структуры. В тех случаях, когда группа $-NH_2$ не является старшей, она обозначается префиксом *амино-*:



бутанамин-2



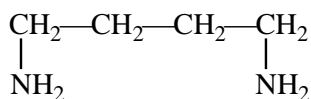
2-аминоэтанол



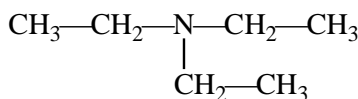
n-аминофенол

Первичные диамины и полиамины, в которых все аминогруппы присоединены к алифатической цепи или циклическому ядру, называют путем прибавления суффиксов *-диамин*, *-триамин* и т. д. к названию родоначальной структуры или многовалентного радикала.

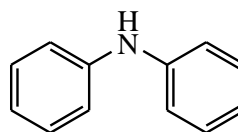
Симметричные вторичные и третичные амины называют, присоединяя умножающие приставки *ди-* или *три-* к названиям алкильных радикалов с суффиксом *-амин*. Несимметричные соединения получают названия как *N*-замещенные производные первичных аминов, причем за исходный первичный амин принимают соединение с более сложным радикалом:



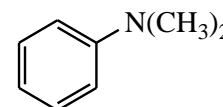
бутандиамин-1,4



триэтиламин



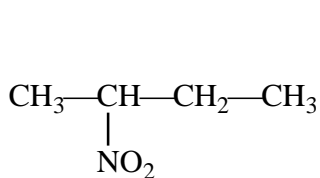
дифениламин



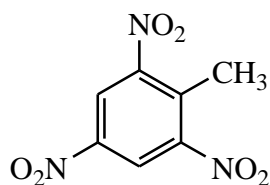
N,N-диметиланилин

Нитросоединения – это азотсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на нитрогруппу.

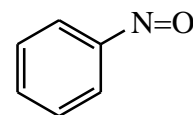
Названия нитросоединений образуют только с применением префикса *нитро-*. Нитрозосоединения называют аналогично, используя префикс *нитрозо-*.



2-нитробутан



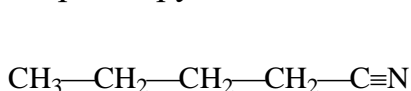
2,4,6-тринитротолуол



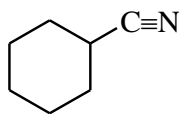
нитробензол

Нитрилы – это азотсодержащие производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на цианогруппу.

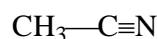
Их названия формируют, добавляя суффикс *-нитрил* к названию родоначального углеводорода с тем же числом атомов углерода. Названия соединений RСN, которые могут рассматриваться как производные кислот RСOОН, образуют заменой суффикса *-карбоновая кислота* на *-карбонитрил*. Если кислота RСOОН имеет тривиальное название, то название произведенного от нее нитрила образуется путем замены суффикса *-оил* (или *-ил*) ацильного радикала на *-онитрил* (буква о вставляется между двумя согласными для благозвучия). При наличии более старшей группы в молекуле нитрила группа -СN обозначается префиксом *циано-*.



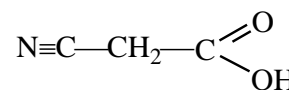
пентанонитрил



циклогексан-
карбонитрил



ацетонитрил



цианоуксусная
кислота

При изучении аминов следует обратить внимание на то, что у них имеет место особый вид изомерии — метамерия, характеризующийся различным положением гетероатома (азота) в углеродной цепи.

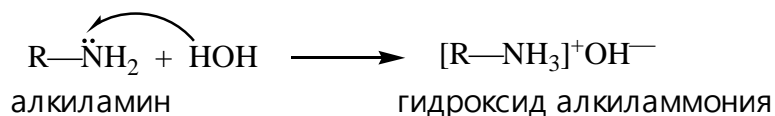
Получают амины из галогенопроизводных углеводородов по реакции Гофмана, реакцией восстановления нитросоединений, нитрилов, оксимов, а также взаимодействием спиртов с аммиаком в присутствии катализаторов. Практический интерес представляет реакция Н. Н. Зинина – восстановление ароматических нитросоединений.

Амины – это органические основания. При изучении химических свойств аминов обратите внимание на следующие реакции: солеобразование, ацилирование, алкилирование, взаимодействие с азотистой кислотой (последняя реакция позволяет различать первичные, вторичные и третичные амины). Изучать ароматические амины следует в сравнении с алифатическими. Особое внимание следует обратить на реакции взаимодействия с азотистой кислотой, легкую окисляемость ароматических аминов, способность их вступать в реакции замещения по ароматическому кольцу.

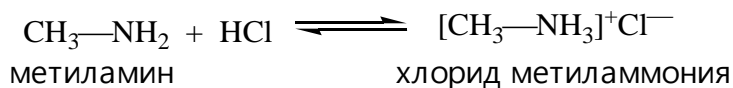
Амиды могут быть получены при дегидратации аммониевых солей карбоновых кислот и действием аммиака на галогенангидриды и ангидриды кислот. Амиды легко гидролизуются с образованием соответствующих кислот. Мочевина является диамидом угольной кислоты, и для нее характерны способность к гидролизу, солеобразование, превращение в биурет.

В молекулах аминов присутствует сильный основной и нуклеофильный реакционные центры на атоме азота и слабые кислотный и электрофильный центры.

Сила аминов как оснований достаточно, чтобы оторвать протон от воды. Поэтому при растворении в воде алкиламины образуют ионизированные алкилзамещенные гидроксиды аммония:

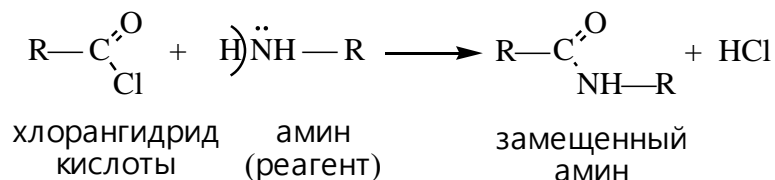


При взаимодействии с кислотами амины превращаются в аммониевые соли:

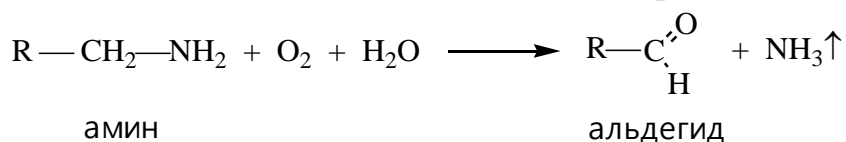


Алкилирование. Амины как аммиак, подвергаются алкилированию галогеналканами. Алкилирование аммиака приводит к образованию первичного амина, из первичных аминов образуются вторичные, из вторичных – третичные, из третичных – четвертичные аммониевые соли.

Ацилирование. Первичные и вторичные амины легко ацилируются карбоновыми кислотами и их функциональными производными, образуя соответственно моно- и дизамещенные амиды:



Окисление аминов. Окисление N-содержащих соединений в организме человека используется для удаления избытка биогенных аминов. Суммарный процесс представляет собой окислительное дезаминирование:

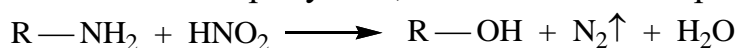


В этом процессе происходит окисление не атома азота, а соседнего атома углерода через стадию дегидрирования амина.

Реакции с азотистой кислотой. Амины разных типов с азотистой кислотой реагируют по-разному.

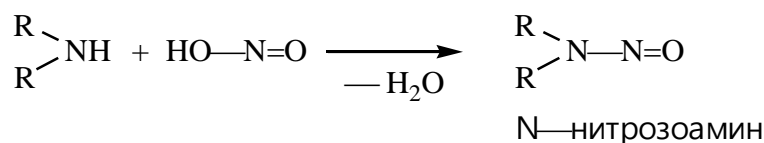
Первичные амины. Эти амины при действии азотистой кислоты в водных растворах подвергаются дезаминированию. Вначале они образуют соли

диазония, эти соли неустойчивы и легко разлагаются в растворах с образованием сложной смеси продуктов, в том числе и спиртов:



Реакция сопровождается выделением пузырьков газа (N_2) и может быть использована для идентификации первичных алифатических аминов.

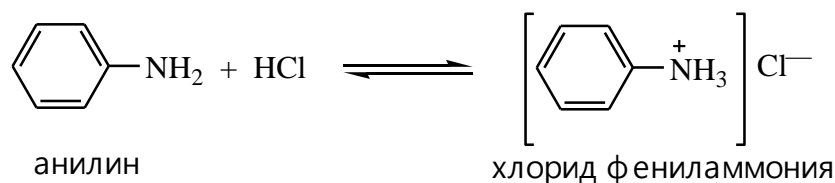
Вторичные амины. Алифатические и ароматические вторичные амины при взаимодействии с азотистой кислотой образуют N-нитрозоамины, представляющие собой нерастворимые в воде маслянистые жидкости или твердые вещества желтого цвета.



Третичные амины. При низкой или комнатной температуре и в разбавленных растворах с азотистой кислотой третичные амины не реагируют.

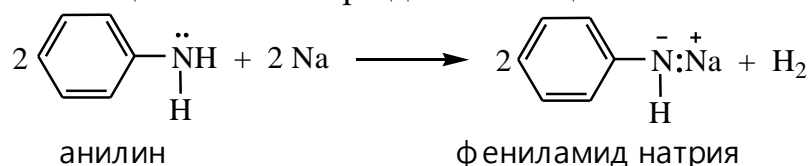
Свойства ароматических аминов

Кислотно-основные свойства. Основность ароматических аминов существенно ниже, чем у аминов алифатического ряда. Это объясняется тем, что неподеленная пара электронов атома азота вступает в p, π -сопряжение с электронами бензольного кольца. Водный раствор анилина не изменяет окраску индикаторов. Со слабыми кислотами и водой анилин практически не взаимодействует и образует соли только с сильными кислотами:



Под действием более сильных оснований ароматические амины вытесняются из их солей.

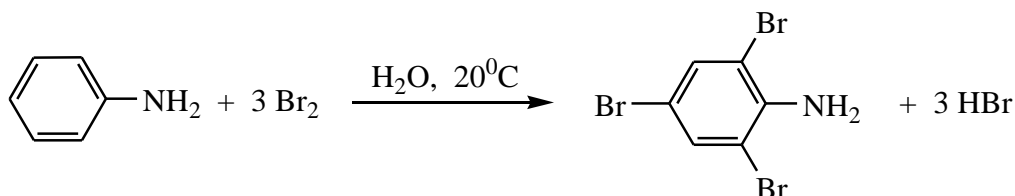
Кислотные свойства у ароматических аминов выражены сильнее, чем у алифатических. Это связано со снижением электронной плотности на атоме азота за счет p, π -сопряжения, приводящего к увеличению поляризации связи N-H. Однако кислотные свойства ароматических аминов очень слабы, и водород может замещаться лишь при действии щелочных металлов и амидов:



Реакции ароматических аминов по кольцу. В ароматических аминах аминогруппа за счет положительного мезомерного эффекта выступает как сильный активатор бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения. Группы $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$ являются сильными заместителями I

рода и ориентируют электрофильные заместители как в *орто*-, так и в *пара*-положения бензольного кольца.

Галогенирование. При действии на анилин бромной водой быстро выпадает беловато-желтый осадок 2,4,6-триброманилина. Активирующее влияние аминогруппы столь велико, что реакция идет сразу по трем положениям:



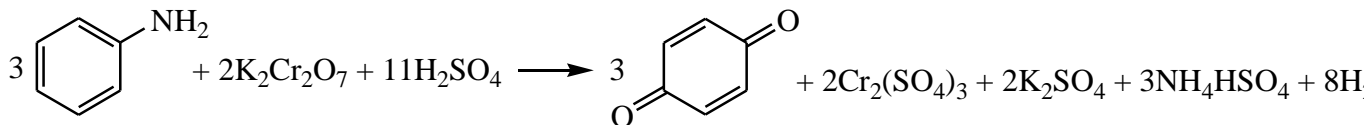
анилин

2,4,6-триброманилин

Реакция протекает по механизму S_{E2} . В качестве электрофильной частицы выступает катион брома или протонированная бромноватистая кислота.

Реакцию бромирования используют для обнаружения анилина, а образующийся триброманилин применяют в различных синтезах.

Окисление. Анилин сравнительно легко окисляется в разнообразные продукты. При окислении хромовой смесью и некоторыми другими окислителями образуется так называемый черный анилин, применяемый для окраски в черный цвет тканей, дерева, кожи



УПРАЖНЕНИЯ

1. Составьте структурные формулы азотсодержащих производных углеводородов:

- 1) 4-амино-3-изопропилциклопентен-1;
- 2) метилэтилпропиламин;
- 3) 1-амино-2-циклопропилпентадиен-3,4;
- 4) 1-амин-2,3-диаллилбензол;
- 5) 2,3-диамин-4,5-диизопропилтолуол;
- 6) 2,3,4-триамин-4-фенэтилгексан;
- 7) 2,3-динитро-4,4,5-триэтилоктан;
- 8) гексааминбензол;
- 9) 2,3,4-триаминфенол;
- 10) 3-метил-4-нитрооктин-7-ен-1.

2. Составьте формулы веществ, соответствующих характеристикам:

- 1) разветвленный аминоалкен;
- 2) циклический предельный амин;
- 3) нитросодержащий линейный алкин;
- 4) ароматический амин.

3. Напишите структурные формулы изомеров следующих соединений:

- 1) $C_5H_{13}N$
- 2) $C_6H_{15}N$;
- 3) $C_5H_{11}NO_2$;
- 4) $C_4H_{12}N_2$;
- 5) $C_5H_{10}(NO_2)_2$.

Назовите их.

4. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических аминов с формулой C_7H_9N и назовите их

5. Напишите структурные формулы шести вторичных аминов состава $C_5H_{13}N$. Назовите по рациональной и международной номенклатуре

6. Напишите уравнение реакции диэтиламина с уксусной кислотой (водный раствор), а затем – схему пиролиза полученного продукта. К какому классу соединений относится конечный продукт?

7. Лекарственное средство тетамон, применяемое при спазмах сосудов, получается при взаимодействии триэтиламина с этилйодидом. Запишите уравнение этой реакции.

8. Напишите уравнения реакций изопропиламина с:

- 1) бромоводородной кислотой;
- 2) ангидридом пропановой кислоты;
- 3) уксусной кислотой (водный раствор).

Назовите продукты и укажите, какие свойства проявляет амин в данных превращениях.

9. Напишите уравнения реакций анилина с:

- 1) нитритом натрия в присутствии HCl при $0\text{ }^{\circ}C$, затем – при комнатной температуре;
- 2) бромной водой;
- 3) хлорангидридом этановой кислоты.

Приведите названия продуктов.

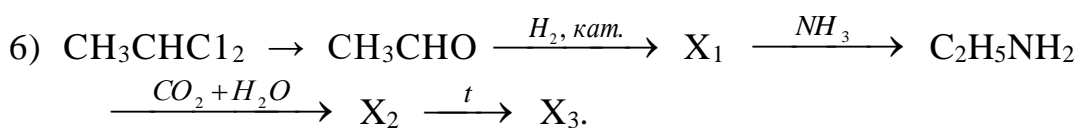
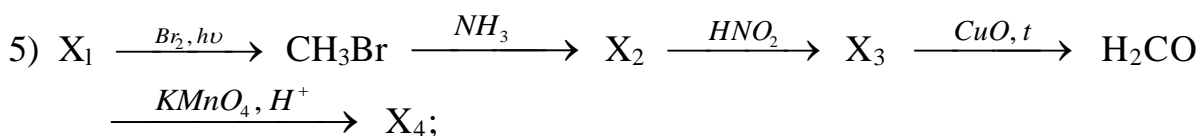
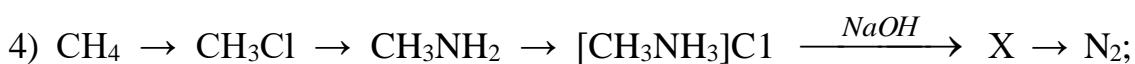
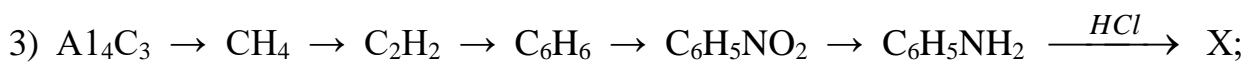
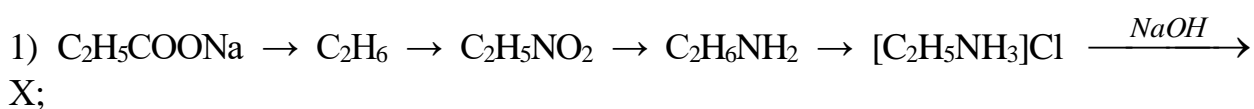
10. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из бутиламина можно получить:

- 1) соответствующий амид пропановой кислоты;
- 2) вторичный амин;
- 3) соответствующий спирт.

Укажите механизм (тип) реакций. Назовите продукты.

11. Установите строение вещества состава $C_4H_{11}N$, если известно, что оно реагирует с соляной кислотой и хлорангидридом уксусной кислоты, а при его взаимодействии с азотистой кислотой выделяются пузырьки газа. Исследуемое вещество обладает оптической активностью.

12. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемами превращений:



Тема 3.3.

ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

ПРОИЗВОДНЫЕ

Теоретический материал

Если в молекуле углеводорода содержится две и более различные функциональные группы, то такие соединения называются гетерофункциональными производными углеводородов или соединениями со смещенными функциями. Химические свойства такого соединения обусловлены функциональными группами, входящими в состав его молекул. В то же время появляются и новые свойства, возникающие как результат взаимного влияния и расположения этих групп.

К этой большой группе органических веществ относятся гидроксикислоты, оксокислоты (альдегидо- и кетокислоты), аминокислоты, аминоспирты и углеводы.

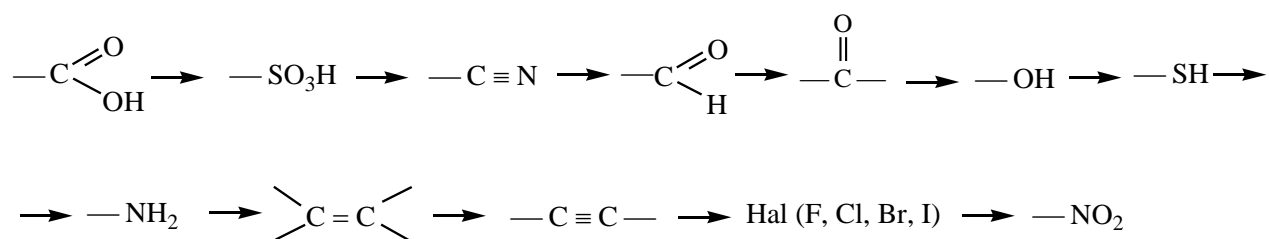
Название класса	Определение класса	Функциональная группа	
Гидроксикислоты	это гетерофункциональные производные углеводородов, содержащие карбоксильную и гидроксильную группы	—OH —C(=O) OH	гидроксильная карбоксильная
Оксокислоты	это гетерофункциональные производные углеводородов, содержащие карбоксильную и карбонильную (альдегидную или кетонную) группы	—C(=O) H или O —C— —C(=O) OH	карбонильная карбоксильная
Аминокислоты	это гетерофункциональные производные углеводородов, содержащие карбоксильную группу и аминогруппу	—NH ₂ —C(=O) H	амино карбоксильная
Аминоспирты	это гетерофункциональные производные углеводородов, содержащие аминогруппу и гидроксильную группу	—NH ₂ —OH	амино гидроксильная
Углеводы	это гетерофункциональные производные углеводородов,	—C(=O) H или	карбонильная

	содержащие карбонильную (альдегидную или кетонную) и несколько гидроксильных групп	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \\ \\ -\text{OH} \end{array}$	гидроксильная
--	--	---	---------------

Номенклатура. В основе составления названий гетерофункциональных соединений, по систематической номенклатуре, лежит определение старшей функциональной группы, потому что именно она обуславливает в дальнейшем выбор главной углеродной цепи и ее нумерацию.

Номенклатура ЮПАК предусматривает следующую последовательность старшинства наиболее важных функциональных групп (расположены в порядке уменьшения старшинства).

Порядок старшинства функциональных групп



В зависимости от старшинства, функциональные группы обозначаются как префиксом, так и суффиксам. Если соединение содержит несколько функциональных групп, то старшую группу обозначают суффиксом, а остальные – префиксом.

Префиксы и суффиксы, применяемые для обозначения важнейших функциональных групп

Название класса	Функциональная группа		
	формула	название	
		префикса	суффикса
Галогенпроизводные	$-\text{F}$ $-\text{Cl}$ $-\text{Br}$ $-\text{I}$	-фторо -хлоро -бromo -иодо	—
Спирты	$-\text{OH}$	-гидрокси	-ол
Альдегиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \text{H} \end{array}$	-формил	-аль
Кетоны	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$	-оксо	-он
Карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \text{OH} \end{array}$	—	-овая кислота

Тиолы	—SH	-меркапто	-тиол
Сульфоновые кислоты	—SO ₃ H	-сульфо	-сульфоновая кислота
Нитросоединения	—NO ₂	-нитро	—
Амины	—NH ₂	-амино	-амин

Изомерия. Для каждого класса гетерофункциональных производных углеводов характерны определенные виды изомерии.

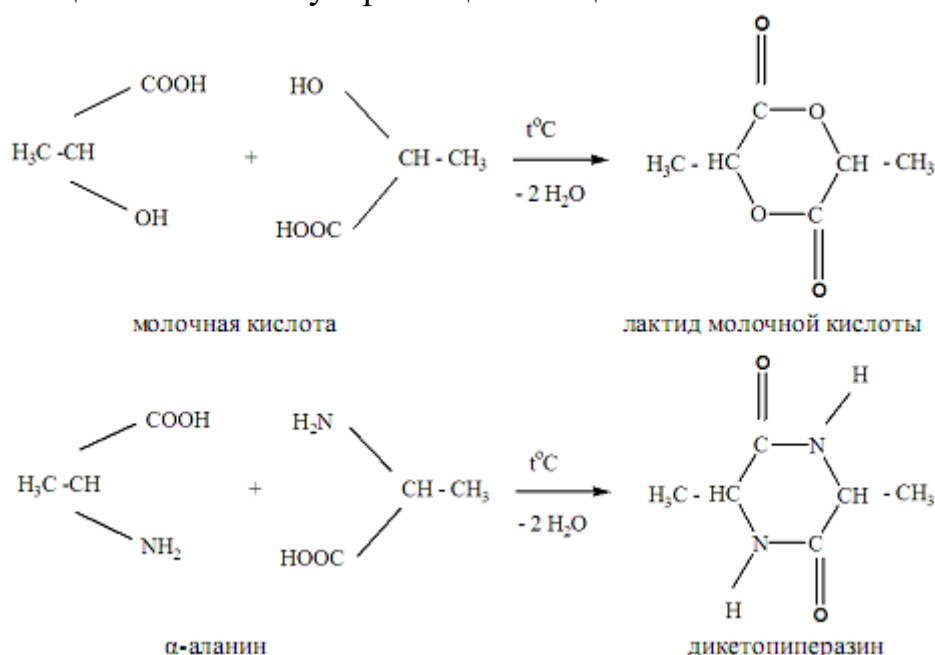
Классы органических соединений	Общая формула	Основные виды изомерии
Гидроксикислоты	$\begin{array}{l} \text{R} \begin{array}{l} \nearrow \text{OH} \\ \searrow \text{COOH} \end{array} \end{array}$	изомерия углеродного скелета; изомерия положения функциональной группы (-OH); оптическая изомерия.
Оксокислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{COOH} \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	изомерия углеродного скелета; изомерия положения функциональной группы (>C=O); оптическая изомерия.
Аминокислоты	$\begin{array}{l} \text{R} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{COOH} \end{array} \end{array}$	изомерия углеродного скелета; изомерия положения функциональной группы (-NH ₂); оптическая изомерия.
Аминоспирты	$\begin{array}{l} \text{R} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	изомерия углеродного скелета; изомерия положения функциональных групп (-OH, -NH ₂); оптическая изомерия.

К гетерофункциональным производным, участвующим в процессах жизнедеятельности относят аминоспирты, гидрокси- и аминокислоты, альдегидо- и кетокислоты, а также некоторые полигетерофункциональные соединения: 2-х- и 3-х-основные гидроксикислоты, полигидрокси-альдегиды и кетоны (углеводы). Химические свойства этих соединений определяются свойствами соответствующих монофункциональных производных, однако наличие нескольких функциональных групп ведет к появлению специфических химических свойств, которые наиболее важны для обеспечения биологических функций.

В алифатических соединениях, функциональные группы проявляют электроноакцепторный характер. За счет влияния друг на друга у них взаимно усиливается реакционная способность, что связано с отрицательным

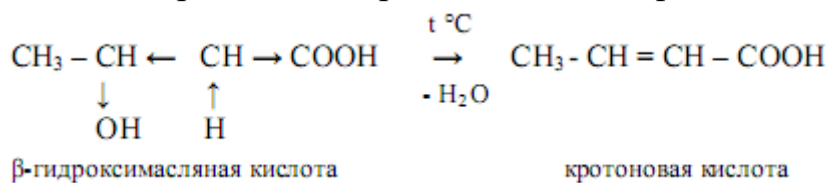
индукционным эффектом гетерофункциональных групп. Поскольку индукционный эффект затухает через 3–4 связи, важным обстоятельством является близость расположения функций в углеродной цепи. Различают α -, β - и γ -расположение. Каждая гетерофункциональная группа сохраняет свойственную ей реакционную способность, но происходит и взаимное усиление реакционной способности. В зависимости от расположения заместителей эти реакции могут протекать как внутри одной молекулы (внутримолекулярные), так и между молекулами (межмолекулярные).

α -расположение гетерофункциональных заместителей приводит, как правило, к реакциям межмолекулярной циклизации:



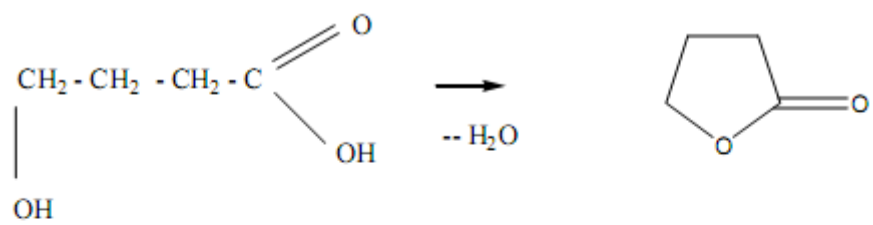
β -расположение гетерофункциональных групп предопределяет нахождение между ними метиленовой группы CH_2 , которая, испытывая влияние электроакцепторных групп с 2-х сторон, превращается в CH -кислотный центр за счет повышения подвижности атома водорода.

β -расположение предполагает реакции элиминирования:

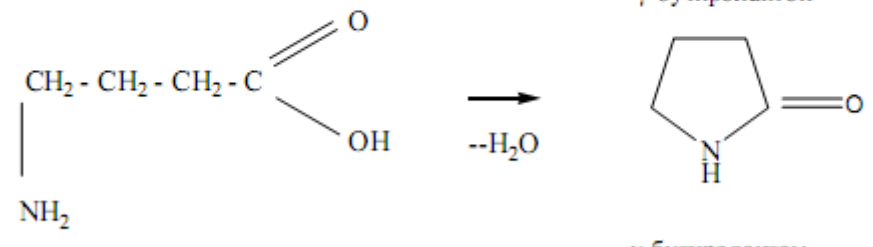


γ -расположение способствует реакциям внутримолекулярной циклизации, в результате образуются циклические сложные эфиры или амиды.

Определяющим фактором становится термодинамическая устойчивость образующегося цикла. В связи с этим образующийся цикл, как правило, 5- или 6-членный. Продуктами циклизации гидроксикислот являются лактоны, а аминокислот – лактамы:



γ-бутиролактон

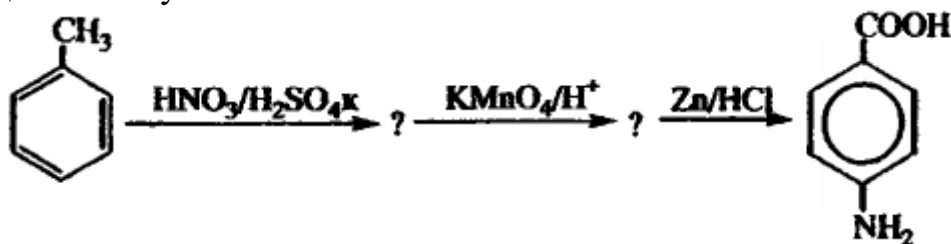


γ-бутиролакта́м
(пирролидо́н-2)

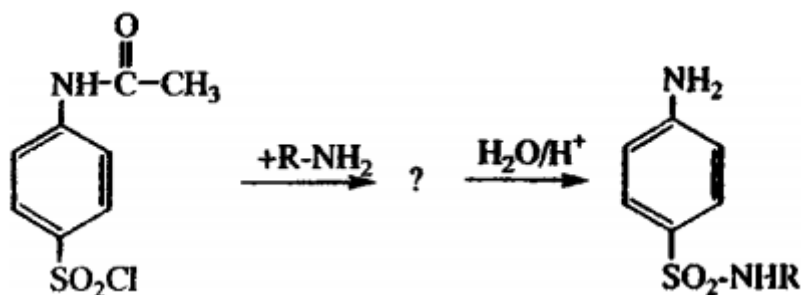
УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих гетерофункциональных производные углеводов:
 - 1) 6-хлор-2,2,6-триметил-4-этинилгептаналь;
 - 2) 4-гидрокси-2-изопропилпентадиен-2,4-овая кислота;
 - 3) 4,8-дигидрокси-3-этил-6-вторбутилоктадион-2,5;
 - 4) 2-гидрокси-4-иод-3-изобутилгексин-5-овая кислота;
 - 5) 3-хлор-6-гидрокси-5-нитрогексен-3-он-2;
 - 6) 4,8-дигидрокси-3-этил-6-бутилоктадион-2,5;
 - 7) 5-гидрокси-4-хлор-2-пропилоктен-3-аль;
 - 8) 4,4-дипропил-5-сульфоноадиин-2,6-овая кислота;
 - 9) 5-хлор-6-изобутилнонен-3-дион-2,8;
 - 10) 3-хлор-6-гидрокси-5-нитрогексен-3-он-2;
 - 11) 2,4-диоксипентановая кислота;
 - 12) 3-фенил-3-нитро-2-гидроксибутановая кислота;
 - 13) 4-гидрокси-2-оксопентен-4-овая кислота;
 - 14) 5-гидрокси-4-хлор-2-нитрогександиовая кислота;
 - 15) 2-гидрокси-4-иод-3-изобутилгексин-5-овая кислота;
 - 16) 6-формил-2,3,5-тригидроксигексановая кислота;
 - 17) 4-этил-5,5-дибром-3-гидроксигептановая кислота;
 - 18) 4,8-дигидрокси-3-нитро-6-бутилоктановая кислота;
 - 19) 4,4-гидрокси-5-нитроноадиин-2,6-овая кислота;
 - 20) 3,3,5,5-тетраметил-2,4,6-тригидроксиоктановая кислота.
2. Выделите реакционные центры у 2-гидроксикарбоновой (молочной) кислоты. Сравните силу ОН–кислотных центров и приведите схемы реакций взаимодействия молочной кислоты с NaOH, с C₂H₅OH (H⁺), укажите, по каким реакционным центрам протекают эти реакции.
3. Напишите схемы специфических реакций, протекающие при нагревании для α-, β и γ–гидроксимасляных кислот, назовите продукты реакций. Объясните причину разного поведения этих гидроксикарбоновых кислот при нагревании.
4. Выделите у n-аминобензойной и 2-аминопропановой кислоты реакционные центры; объясняющих причину амфотерных свойств этих аминокислот, приведите схемы реакций, подтверждающие данные свойства.
5. Напишите специфические реакции, протекающие при нагревании α-, β-, γ–аминовалериановых кислот, назовите продукты реакций.

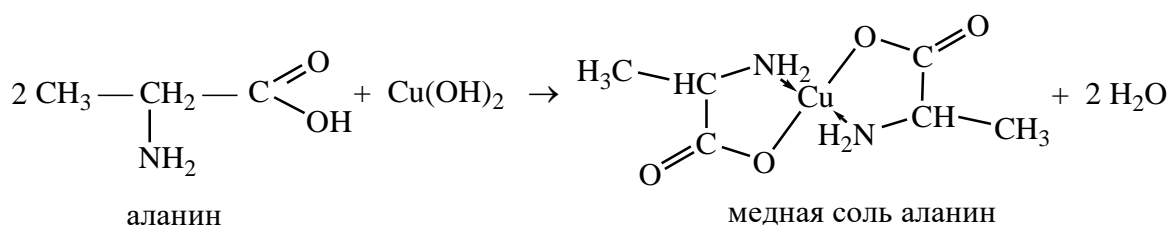
6. Выделите реакционные центры у оксокислоты – пировиноградной. Напишите схемы реакций взаимодействия пировиноградной кислоты с C_2H_5OH (H^+) и её восстановления до молочной кислоты, укажите действующие реакционные центры и тип реакций.
7. Дайте определение таутомерии и напишите кето-енольную таутомерию щавелевоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.
8. Приведите структурные формулы лекарственных соединений, являющихся производными: салициловой кислоты – ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенилсалицилат и *p*-аминобензойной кислоты – анестезин, новокаин. Какое медицинское значение они имеют?
9. Ацетоуксусная кислота вместе с продуктами превращений накапливается в организме больных сахарным диабетом. Напишите схему реакции декарбоксилирования ацетоуксусной кислоты. Назовите продукт реакции.
10. Ацетоуксусный эфир широко применяется в органическом синтезе как исходное вещество для получения кетонов, карбоновых кислот и других важных соединений. Напишите реакцию взаимодействия ацетоуксусного эфира с фенил гидразином, которая имеет место в синтезе анальгина.
11. *p*-Аминобензойную кислоту получают из толуола. Напишите схемы реакций ее получения:



12. Сульфаниламидные препараты синтезируются из *p*-сульфохлаоацетанилида по схеме:

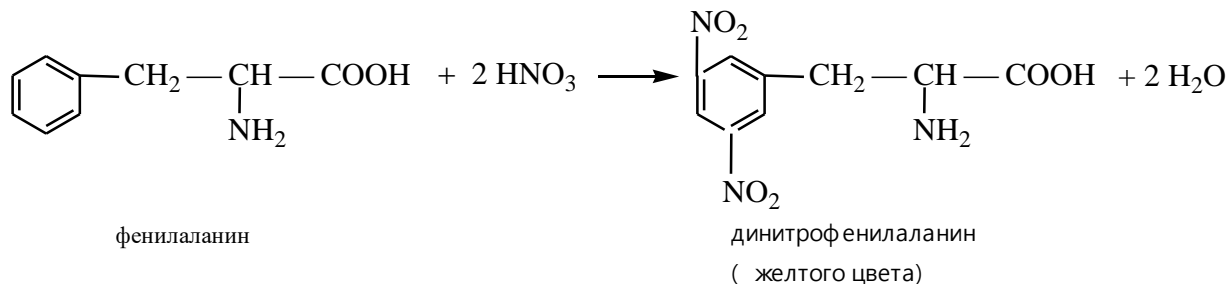


Напишите схемы реакций.



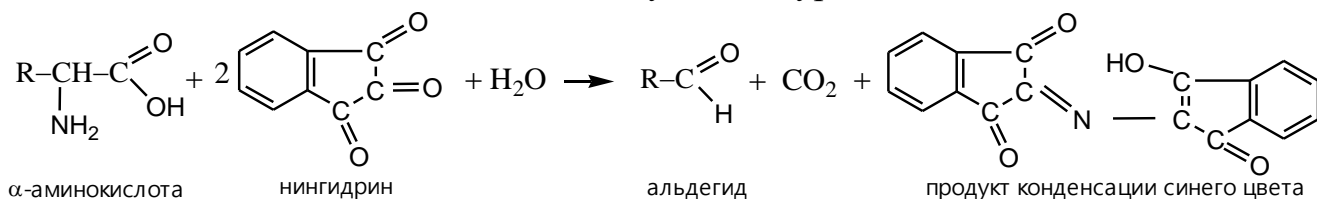
Следует обратить внимание на качественные реакции аминокислот: ксантопротеиновая, нингидриновая и реакция Фоля. Значение цветных реакций состоит в том, что они дают возможность обнаружить присутствие определенных аминокислот в биологических жидкостях, растворах.

Ксантопротеиновая реакция (Мульдера) является качественной реакцией на ароматические аминокислоты (триптофана, фенилаланина, тирозина). При обработке раствора ароматической аминокислоты концентрированной азотной кислотой появляется желтое окрашивание (нитрование). Реакция нитрования фенилаланина может быть изображена так:

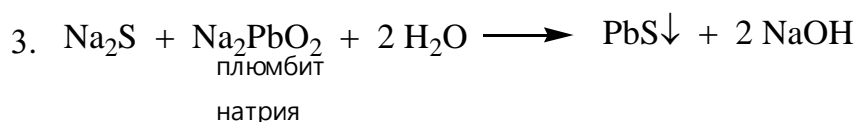
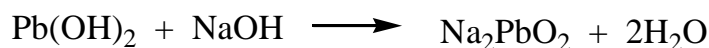
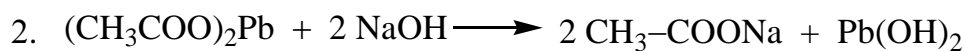
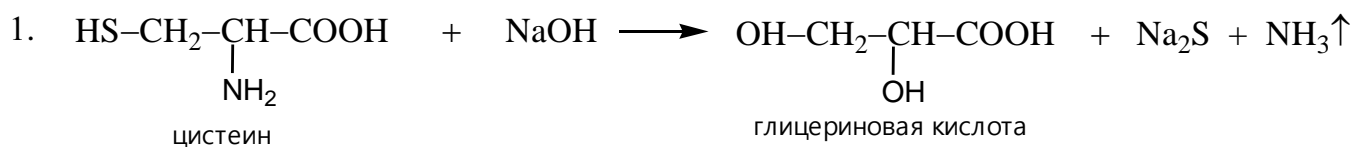


Ациклические аминокислоты не дают ксантопротеиновую реакцию.

Нингидриновая реакция - это качественная реакция на α-аминокислоты. При взаимодействии α-аминокислот с нингидрином происходит их окисление и распад с образованием аммиака, альдегида и углекислоты. Нингидрин восстанавливается и конденсируется с другой частицей нингидрина и аммиаком. В результате образуется сложное соединение, окрашенное в синий цвет. Реакция может быть записана следующими уравнениями:



Реакция Фоля является качественной реакцией на серосодержащие аминокислоты. Сульфгидрильная группа (-SH) в аминокислоте подвергается щелочному гидролизу, в результате чего происходит отщепление серы в виде сульфида свинца, который с плюмбитом дает черный или бурый нерастворимый осадок сульфида свинца PbS. Процесс может быть записан следующими уравнениями:



УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих аминокислот:

- 1) 6-амино-2,2,6-триметил-4-третбутилгептановая кислота;
- 2) 4-гидрокси-2-изопропил- 5- аминопентадиен-2,4-овая кислота;
- 3) 4,8-дигидрокси-3-амино-6-вторбутилоктадион-2,5;
- 4) 5-амино-4-изопропилгексен-2-ин-4-овая кислота;
- 5) 4,4-дипропил-5-аминононадин-2,6-овая кислота;
- 6) 2,2,6-триметил-5-гидрокси-6-аминогептадион-3,4;
- 7) 2-нитро-2-этилпентадиен-3,4-аль;
- 8) 2-гидрокси-4-амино-3-изобутилгексин-5-овая кислота;
- 9) 5-хлор-6-изобутилнонен-3-дион-2,8;
- 10) 3-хлор-6-гидрокси-5-нитрогексен-3-он-2;
- 11) 4,8-дигидрокси-3-амино-6-бутилоктадион-2,5;
- 12) 5-гидрокси-4-хлор-2-пропил-6,7-диаминооктен-3-овая кислота.

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров веществ молекулярной формулы:

- | | |
|--|--|
| 1) $\text{C}_5\text{H}_{10}(\text{NH}_2)\text{COOH}$; | 3) $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{NH}_2)\text{COOH}$; |
| 2) $\text{C}_5\text{H}_9(\text{NH}_2)_2\text{COOH}$; | 4) $\text{C}_6\text{H}_{11}(\text{NH}_2)_2\text{COOH}$. |

Назовите соединения.

3. Напишите уравнения реакций получения глицина, исходя из этилового спирта.

4. Как, исходя из бутанала, получить 2-аминопентановую кислоту. Напишите уравнения реакции.

4. Напишите уравнения реакций между 2-амино-3-метилбутановой кислоты

(валином) и следующими веществами:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1) гидроксидом натрия; | 4) азотистой кислотой; |
| 2) бромоводородной кислотой; | 5) гидроксидом цинка; |
| 3) метанолом; | 6) уксусным ангидридом. |

5. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании изомерных аминокислот состава $C_3H_6(NH_2)COOH$

6. Напишите схему образование дипептидов из аминокислот:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1) аланина и тирозина; | 5) изолейцина и аргинина; |
| 2) глицина и лизина; | 6) лейцина и глицина; |
| 3) серина и фенилаланина; | 7) треонина и валина; |
| 4) аланина и валина; | 8) фенилаланина и аланина. |

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ АМИНОКИСЛОТ

Цель работы: познакомиться с основными химическими свойствами аминокислот. Провести качественные реакции на аминокислоты.

Реактивы:

- 1) α -аланин
- 2) β -аланин
- 3) глицин
- 4) нингидрин;
- 5) серин
- 6) фенилаланин
- 7) азотная кислота
- 8) гидроксид натрия
- 9) соляная кислота
- 10) сульфат меди
- 11) лакмус
- 12) фенолфталеин
- 13) дистиллированная вода.

Оборудование:

- спиртовка
- пинцет
- скальпель

Опыт 1. Амфотерные свойства аминокислот

Ход опыта	Уравнения реакций
Возьмите две пробирки. В первую пробирку поместите 10 капель 0,1% раствора соляной кислоты, добавьте 1 каплю индикатора – лакмуса. Во вторую пробирку поместите 10 капель 0,1% раствора гидроксида натрия, добавьте 1 каплю индикатора – фенолфталеина. Затем в обе пробирки по каплям добавляйте глицин до изменения окраски в пробирке.	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{NaOH} \rightarrow$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{HCl} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Как изменяется цвет лакмуса в зависимости от pH среды?

2. Как изменяется цвет фенолфталеина в зависимости от pH среды?
3. О чем свидетельствует изменение окраски индикаторов в каждой из пробирок?

Опыт 2. Образование комплексной соли аланина

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>Поместите в пробирку 10 капель гидроксида натрия и 5 капель сульфата меди. Затем добавьте 5 капель раствора α-аланина. Пробирку нагрейте в пламени спиртовки и оставьте в штативе на 1-2 минуты, дав отстояться осадку. К отстоявшемуся раствору добавьте 2 капли раствора гидроксида натрия.</p>	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. Что происходит с хелатами меди (II) при добавлении щелочи?
2. Какой цвет имеют хелаты меди (II)?
3. Для каких классов соединений характерна подобная реакция с солями меди (II)?

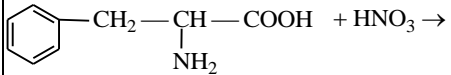
Опыт 3. Нингидриновая реакция

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В три пробирки налейте по 10 капель нингидрина и добавьте по 10 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку α-аланина; – во вторую пробирку β-аланина; – в третью пробирку фенилаланина. <p>Нагрейте в водяной бане.</p>	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_4(\text{C}=\text{O})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. На какие аминокислоты, нингидриновая реакция является качественной?
2. Какие из используемых аминокислот дают положительную реакцию с нингидрином?
3. Отметьте цвет положительного результата.

Опыт 4. Ксантопротеиновая реакция

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В три пробирки налейте по 10 капель концентрированной азотной кислоты и добавьте по 10 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку α-аланина; – во вторую пробирку фенилаланина; – в третью пробирку серина. <p>Нагрейте в водяной бане.</p>	 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—CH(NH}_2\text{)—COOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. На какие аминокислоты, ксантопротеиновая реакция является качественной?
2. Какой из используемых аминокислот дает положительную ксантопротеиновую реакцию?
3. Отметьте цвет положительного результата.

Опыт 5. Реакция Фоля

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В три пробирки налейте по 10 капель реактива Фоля и добавьте по 10 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку α-аланина; – во вторую пробирку фенилаланина; – в третью пробирку серина. <p>Нагрейте в водяной бане.</p>	$\text{HS—CH}_2\text{—CH(NH}_2\text{)—COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{NaOH} \rightarrow$ $\text{Pb(OH)}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$ $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

Контрольные вопросы:

1. На какие аминокислоты, реакция Фоля является качественной?
2. Какой из используемых аминокислот дает положительную реакцию с реактивом Фоля?
3. Отметьте цвет положительного результата?

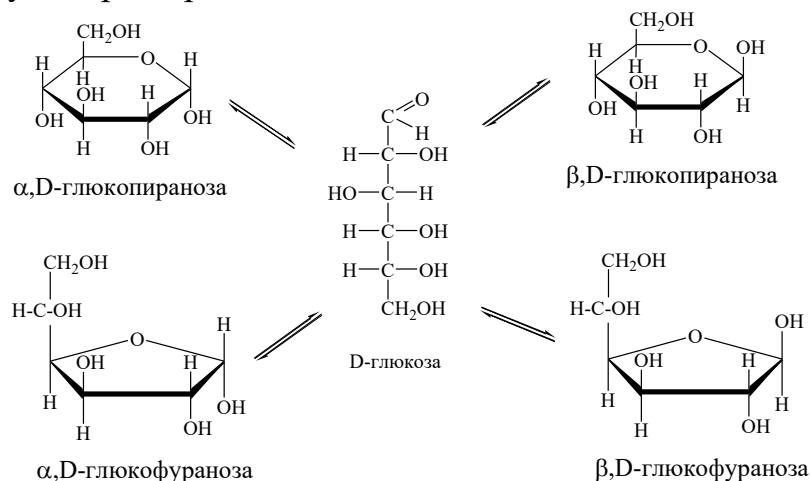
Тема 4.2. Углеводы

Теоретический материал

Углеводы делят на три класса: моносахариды, олигосахариды, полисахариды.

Моносахаридами называют сахара, которые не способны гидролизоваться с образованием более простых углеводов.

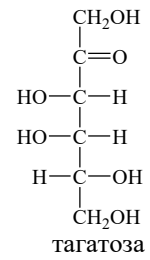
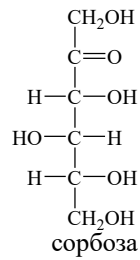
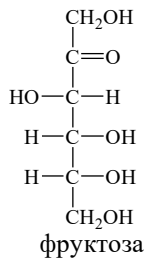
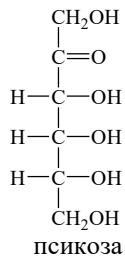
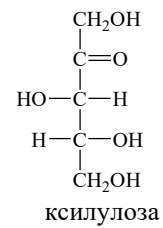
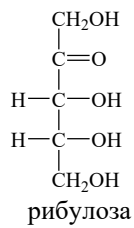
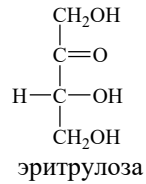
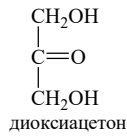
При изображении моносахаридов часто используются цепные формулы Фишера, которые являются ациклическими. Однако моносахариды могут существовать также в циклических формах. Циклические формы образуются в результате взаимодействия карбонильной группы и одной из гидроксильных групп с образованием внутренних полуацеталей. Циклические формы принято изображать перспективными формулами Хеуорса, которые объясняют многие химические свойства моносахаридов. В кристаллическом состоянии моносахариды существуют в виде одной из циклических форм, как правило, пиранозной. При растворении в воде цикл раскрывается с образованием цепной формы, которая преобразуется в α - и β -формы пиранозных и фуранозных циклов. Через некоторое время в растворе устанавливается равновесие из пяти таутомерных форм, которые могут самопроизвольно переходить друг в друга. Например, в растворе D-глюкозы имеет место, следующее таутомерное равновесие:



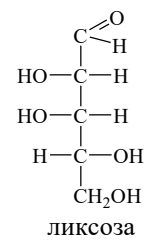
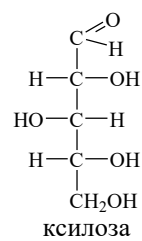
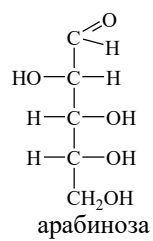
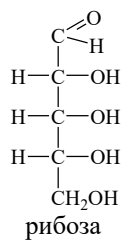
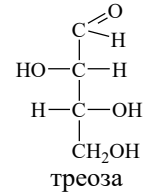
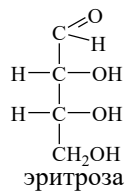
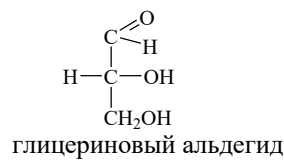
В живых организмах моносахариды присутствуют преимущественно в D-конфигурации, которую называют природной. Принадлежность к D- или L-стереохимическому ряду определяется конфигурацией последнего асимметричного атома углерода. Если гидроксил у последнего асимметричного атома углерода находится справа, то моносахарид также относят к D-ряду, если слева – к L-ряду.

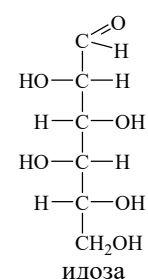
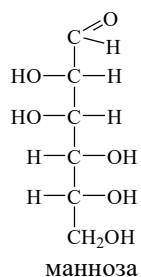
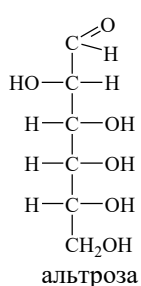
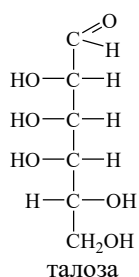
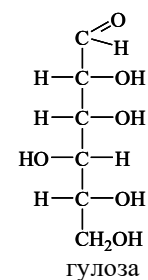
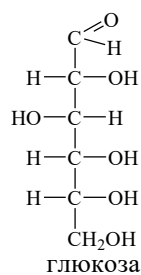
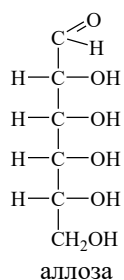
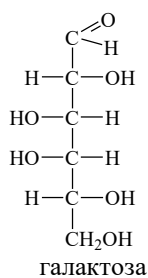
Формулы моносахаридов

Кетозы

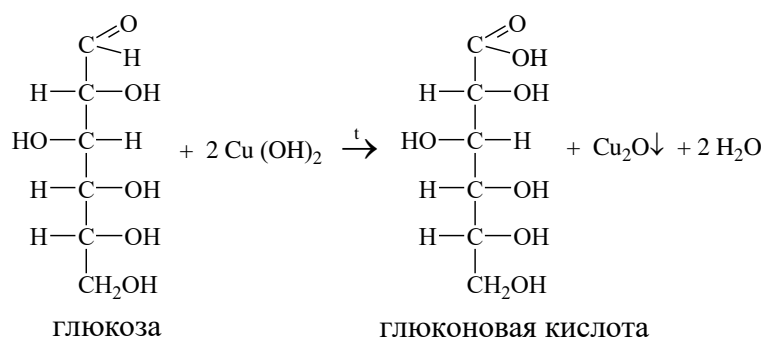


Альдозы





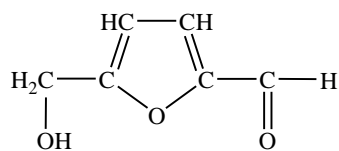
Химические свойства моносахаридов определяются присутствием в их молекулах карбонильной группы и спиртовых гидроксильных групп. Как спирты они образуют простые эфиры, реагируют с кислотами и их производными. Особое внимание следует обратить на высокую реакционную способность полуацетального (гликозидного) гидроксильного атома по сравнению с обычными спиртами. Как соединения, содержащие карбонильную группу, они могут легко вступать в реакции нуклеофильного присоединения, восстанавливаться и окисляться. При окислении мягкими окислителями образуются альдоновые кислоты:



Эти реагенты окисляют не только альдозы, но и кетозы. Этот факт объясняется быстрой изомеризацией в щелочной среде кетозов в альдозы.

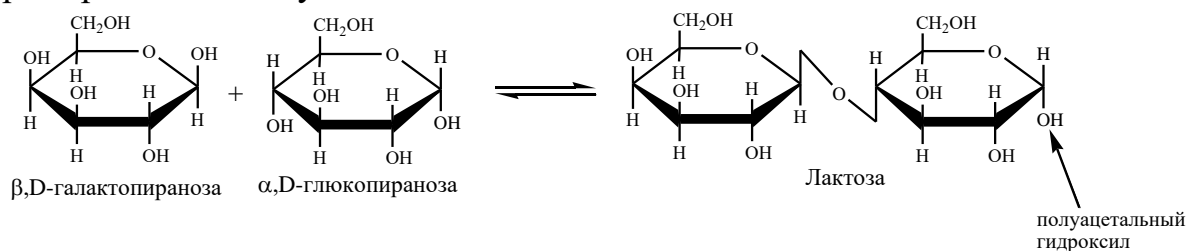
Данную реакцию используют для обнаружения моносахаридов, например глюкозы, в биологических жидкостях (кровь, моча).

Для обнаружения фруктозы используют реакцию Селиванова. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения – оксиметилфурфурола, красного цвета:

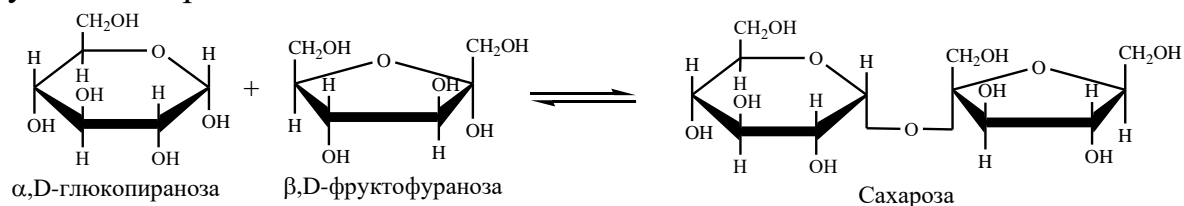


оксиметилфурфурол

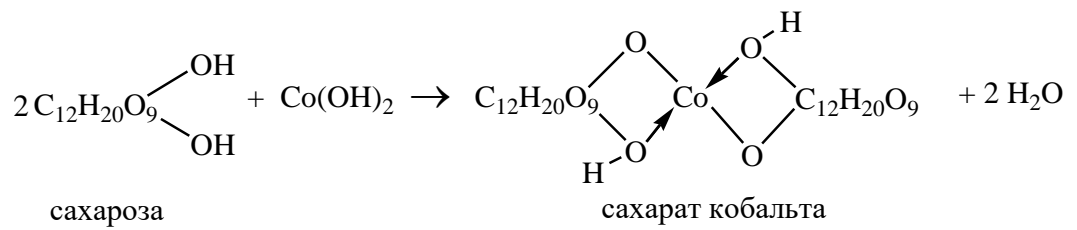
Олигосахариды – это углеводы, состоящие из нескольких (от 2 до 10) остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Наибольший интерес представляют дисахариды, которые широко распространены в природе. Они образуются при отщеплении молекулы воды из двух молекул моносахаридов. Восстанавливающие дисахариды образуются при отщеплении молекулы воды за счет полуацетального гидроксила одной и спиртового гидроксила другой молекулы моносахарида. При этом второй остаток монозы в составе дисахарида сохраняет свой полуацетальный гидроксил, следовательно, и способность переходить в растворе в таутомерную альдегидную форму. Последняя и обладает восстанавливающими свойствами (альдегидная группа при этом окисляется до карбоксильной группы). Примером может служить лактоза:



Невосстанавливающие дисахариды образуются при отщеплении молекулы воды за счет полуацетальных гидроксильных групп двух молекул моносахарида. Отсутствие полуацетальных гидроксильных групп исключает и возможность образования открытой альдегидной формы. Примером может служить сахароза:



Для всех олигосахаридов характерной реакцией, является кислотный гидролиз, в результате которого разрываются гликозидные связи и образуются моносахариды. Для обнаружения сахарозы используют сернокислый кобальт в щелочной среде. Кобальт в этих условиях дает с сахарозой комплекс фиолетового цвета:



Полисахариды – это углеводы, состоящие от 10 до нескольких тысяч остатков моносахаридов, соединенных гликозидными связями. Для полисахаридов характерны реакции алкилирования и ацилирования гидроксильных групп, а также гидролиз гликозидных связей.

УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих сложных соединений:

- 1) 6-хлор-2,2,6-триметил-4-этинилгептаналь;
- 2) 4-гидрокси-2-изопропилпентадиен-2,4-овая кислота;
- 3) 4,8-дигидрокси-3-этил-6-вторбутилоктадион-2,5;
- 4) 4-изопропилгексен-4-ин-2-аль;
- 5) 4,4-дипропил-5-бутилноадиин-2,6-сульфоная кислота;
- 6) 2-хлор-2-бром-6-меркапто-5-гидроксигептадион-3,4;
- 7) 2-хлор-2-этилпентадиен-3,4-тиол-1;
- 8) 2-гидрокси-4-иод-3-изобутилгексин-5-овая кислота;
- 9) 5-амино-6-изобутилнонен-3-дион-2,8;
- 10) 3-хлор-6-гидрокси-5-нитрогексен-3-он-2;
- 11) 4,8-дигидрокси-3-этил-6-бутилоктадион-2,5;
- 12) 5-гидрокси-4-хлор-2-пропилуктен-3-аль;
- 13) 4-гидрокси-2-метил-5-аминопентадиен-2,4-овая кислота;
- 14) 4,8-дигидрокси-3-амино-6-меркаптооктадион-2,5;
- 15) 5-амино-4-изопропилгексен-2-ин-4-овая кислота;
- 16) 4,4-дипропил-5-сульфоноадиин-2,6-овая кислота;
- 17) 2,2,6-триметил-5-гидрокси-6-аминогептадион-3,4;
- 18) 2-гидрокси-4-амино-3-изобутилгексин-5-сульфоная кислота;
- 19) 5-хлор-6-изобутилнонен-3-дион-2,8;
- 20) 3-хлор-6-гидрокси-5-нитрогексен-3-он-2;
- 21) 4,8-дигидрокси-3-амино-6-бутилоктадион-2,5;
- 22) 5-гидрокси-4-хлор-2-пропил-6,7-диаминооктен-3-овая кислота;
- 23) 2,4-диоксипентановая кислота;
- 24) 3-фенил-3-нитро-2-гидроксибутановая кислота;
- 25) 2-бутил-3-гидрокси-4-меркаптопентандиовая кислота;
- 26) 4-гидрокси-2-оксопентен-4-овая кислота
- 27) 2-нитро-3,4-дигидроксигептаналь;
- 28) 5-гидрокси-4-хлор-2-нитрогексановая кислота;
- 29) 2-гидроксиэтановая кислота;
- 30) 2-гидрокси-4-иод-3-изобутилгексин-5-овая кислота.

2. Составьте структурные формулы и определите, к какому классу они относятся:

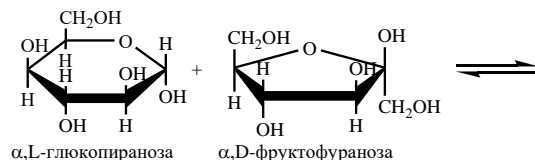
- 1) 6-формил-2,3,5-тригидроксигексановая кислота;
- 2) 2-фенил-2,3,3-трихлор-4-гидроксигексановая кислота;
- 3) 4-этил-5,5-дибром-3-гидроксигептановая кислота;
- 4) 4,8-дигидрокси-3-нитро-6-бутилоктановая кислота;
- 5) 4-изопропилгексин-5-диен-1,2;
- 6) 4,4-гидрокси-5-нитроноадиин-2,6-овая кислота;
- 7) 2,2,6-тригидроксиоктен-4-овая кислота.

3. Напишите проекционные (по Фишеру) и перспективные (по Хеуорсу) формулы моносахаридов:

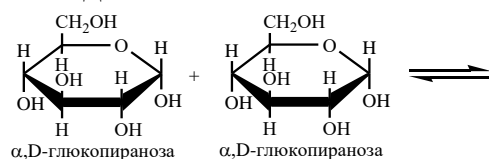
- 1) L-манноза → β,D-маннопираноза
- 2) D-альтроза → α,L-альтропираноза
- 3) L-псикоза → β,D-псикофураноза
- 4) L-идоза → β,D-идопираноза
- 5) D-ликсоза → α,L-ликсофураноза
- 6) L-манноза → α,L-маннофураноза
- 7) D-фруктоза → α,L-фруктофураноза
- 8) D-галактоза → β,L-галактофураноза
- 9) L-сорбоза → α,D-сорбофураноза
- 10) D-глюкоза → α,L-глюкопираноза
- 11) L-галактоза → α,D-галактопираноза
- 12) D-идоза → α,L-идофураноза
- 13) L-глюкоза → β,D-глюкофураноза
- 14) L-талоза → α,D-талопираноза
- 15) L-рибоза → β,D-рибофураноза
- 16) D-тагатоза → β,L-тагатофураноза
- 17) D-аллоза → α,L-аллопираноза
- 18) D-талоза → β,L-талофураноза
- 19) L-арабиноза → α,D-арабинофураноза
- 20) D-талоза → β,L-талофураноза

4. Напишите формулы следующих дисахаридов соединенных соответствующими гликозидными связями:

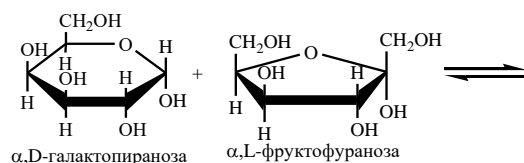
- 1) α,L-глюкопираноза и α,D-фруктофураноза соединенных α(1→3) гликозидной связью



- 2) α,D-глюкопираноза и α,D-глюкопираноза соединенных α(1→4) гликозидной связью



3) α ,D-галактопираноза и α ,L-фруктофураноза соединенных $\beta(2 \rightarrow 2)$ гликозидной связью



5. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров следующих соединений и назовите их:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1) $C_6H_{12}(OH)COOH$; | 3) $C_5H_{10}(OH)COOH$; |
| 2) $C_6H_{13}C(O)COOH$; | 4) $C_5H_{11}C(O)COOH$; |
| | 5) $C_7H_{13}(OH)_2COOH$. |

6. Напишите уравнения реакций окисления и восстановления моносахаридов:

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) L-глюкозы; | 3) D-рибозы; |
| 2) D-галактозы; | 4) L-фруктозы. |

7. Напишите уравнения реакции, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- 1) этановая кислота \rightarrow ацетат натрия \rightarrow метан \rightarrow метаналь \rightarrow глюкоза.
- 2) целлюлоза \rightarrow глюкоза \rightarrow этанол \rightarrow оксид углерода (IV) \rightarrow глюкоза.
- 3) сахароза \rightarrow глюкоза \rightarrow бутановая кислота \rightarrow бутират натрия $\xrightarrow{NaOH_{me}}$ X.
- 4) $CaC_2 \rightarrow$ ацетилен \rightarrow этаналь \rightarrow этановая кислота \rightarrow 2-хлорэтановая кислота \rightarrow 2-аминоэтановая кислота $\xrightarrow{CH_3OH}$ X.
- 5) мальтоза \rightarrow глюкозу \rightarrow этанол \rightarrow CO_2 \rightarrow глюкоза \rightarrow сахароза.
- 6) $CO + H_2 \rightarrow$ метанол \rightarrow метаналь \rightarrow глюкоза \rightarrow глюконовая кислота.
- 7) глюкоза \rightarrow этанол \rightarrow этен \rightarrow этан \rightarrow хлорэтан \rightarrow этанол \rightarrow этановая кислота $\xrightarrow{Cl_2, h\nu}$ $X_1 \xrightarrow{NH_3}$ X_2 .
- 8) $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{фотосинтез}}$ $X_1 \xrightarrow{\text{брожение}}$ $X_2 \rightarrow CH_3COOH \rightarrow CH_3COOCH_3$

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОВ

Цель работы: доказать строение альдоз и кетоз, познакомиться с основными химическими свойствами углеводов. Провести качественные реакции на углеводы.

Реактивы:

- 1) гидроксид натрия 30% раствор \rightarrow NaOH;
- 2) глюкоза 5% раствор \rightarrow C₆H₁₂O₆;
- 3) иод 1% раствор \rightarrow I₂;
- 4) крахмал 10% раствор \rightarrow [C₆H₁₀O₅]_n;
- 5) лактоза 5% раствор \rightarrow C₆H₁₀O₅;
- 6) мальтоза 5% раствор \rightarrow C₆H₁₀O₅;
- 7) резорцин \rightarrow C₆H₄-(OH)₂;
- 8) сахароза 5% раствор \rightarrow C₆H₁₀O₅;
- 9) соляная кислота конц. \rightarrow HCl;
- 10) сульфат кобальта 2% раствор \rightarrow CoSO₄;
- 11) сульфат меди 7% раствор \rightarrow CuSO₄;
- 12) фруктоза 5% раствор \rightarrow C₆H₁₂O₆;
- 13) дистиллированная вода.

Оборудование:

- | | |
|----------------|-------------------------|
| – водяная баня | – стеклянная палочка |
| – пинцет | – предметные стекла |
| – спиртовка | – фильтровальная бумага |
| – мука | – микрошпатель |
| – картофель | – штатив с пробирками |
| – рис | |

Опыт 1. Восстановительная способность моносахаридов

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В две пробирки налейте по 10 капель раствора гидроксида натрия и по 2 капли раствора сульфата меди (II) и добавьте по 10 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку раствора глюкозы; – во вторую пробирку раствора фруктозы. <p>Содержимое пробирок взболтайте и осторожно нагрейте до кипения.</p>	$ \begin{array}{c} \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} $

Контрольные вопросы:

1. За счет, какой функциональной группы используемые моносахариды способны восстанавливать гидроксид меди (II)?
2. что происходит с фруктозой в щелочной среде?
3. Отметьте цвета полученных растворов.

Опыт 2. Восстановительная способность дисахаридов

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В три пробирки налейте по 10 капель раствора гидроксида натрия и по 2 капли раствора сульфата меди (II) и добавьте по 10 капель:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в первую пробирку раствора мальтозы; – во вторую пробирку раствора лактозы; – в третью пробирку раствора сахарозы. <p>Содержимое пробирок взболтайте и осторожно нагрейте до кипения.</p>	

Контрольные вопросы:

1. Какие из используемых углеводов можно назвать восстанавливающими, а какие невосстанавливающими? Почему?
2. Напишите структурные формулы лактозы, сахарозы.
3. Отметьте цвета полученных растворов.

Опыт 3. Реакция Селиванова на фруктозу

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В пробирку поместите крупинку сухого резорцина, 2 капли концентрированной соляной кислоты и 10 капель раствора фруктозы. Жидкость осторожно нагрейте до начала кипения.</p>	

Контрольные вопросы:

1. Что образуется при взаимодействии реактива Селиванова с фруктозой? Напишите его структурную формулу.

Опыт 4. Обнаружение сахарозы

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>К 10 каплям раствора гидроксида натрия добавьте 2 капли сернокислого кобальта. Затем прилейте 10 капель раствора сахарозы.</p>	

Контрольные вопросы:

1. Напишите структурную формулу полученного комплекса, сахара кобальта.
2. Отметьте цвет полученного раствора.

Опыт 5. Цветная реакция на крахмал

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В пробирку поместите 5 капель крахмального клейстера и 1 каплю раствора йода. Нагрейте, затем охладите. Затем возьмите раствор йода и испытайте, содержат ли крахмал: картофель, мука (или белый хлеб) и рис.</p> <ul style="list-style-type: none">– отрежьте кусочек картофеля и капните на него раствор йода;– возьмите муку на кончике шпателя поместите в пробирку, добавьте дистиллированной воды и добавьте 1 каплю раствора йода;– измельчите рис в ступке, поместите его в пробирку, добавьте дистиллированной воды и 1 каплю раствора йода.	

Контрольные вопросы:

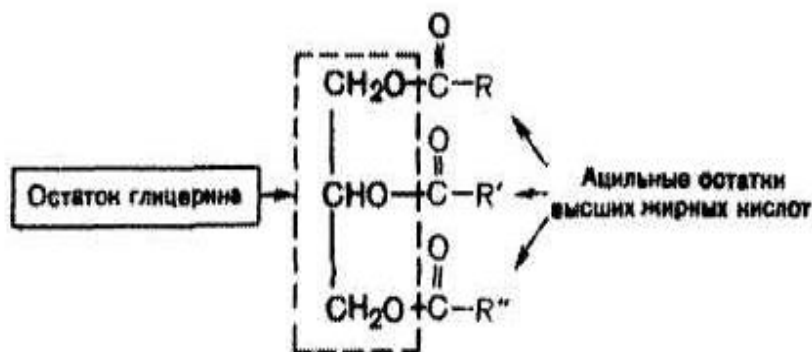
1. В какой цвет окрашивается крахмал, при взаимодействии с йодом?
2. Какой из компонентов крахмала обуславливает образование окрашенного комплекса с йодом?
3. Объясните исчезновения при нагревании синей окраски комплекса йода с крахмалом.
4. О чем свидетельствует изменение окраски данных продуктов.

Тема 4.3. Жиры

Теоретический материал

Жиры – природные продукты, получаемые из жировых тканей животных или из семян и плодов растений. По происхождению жиры делятся на животные и растительные, которые чаще называют маслами. Жиры составляют основу питания человека и по энергетической ценности вдвое превышают белки и углеводы. В фармации жиры широко используются как мазевые основы, а масла – в приготовлении масляных растворов лекарственных средств.

С химической точки зрения жиры представляют собой смесь триацилглицеринов – полных сложных эфиров, образованных глицерином и высшими жирными кислотами.



Глицерин как трехатомный спирт может образовывать сложные эфиры с участием всех или нескольких гидроксильных групп. Полностью этерифицированный глицерин называется триацилглицерином. В состав жиров входят, как правило, полные эфиры глицерина, включающие остатки разных кислот. В общей формуле триацилглицеринов R, R' и R" являются алкильными радикалами высших жирных кислот.

Строение жиров было установлено еще в начале XIX века на основании их гидролиза, приводящего к глицерину и смеси кислот. Впоследствии оно было подтверждено М. Бертло (1854) синтезом жироподобного вещества из глицерина и смеси кислот. В природных жирах всегда присутствует небольшое количество (до 5%) примесей: свободных кислот, моно - и диацилглицеринов, витаминов и др. Свойства жиров существенно зависят от строения кислот, входящих в состав триацилглицеринов.

В триацилглицерины входят ацильные остатки высших карбоновых кислот, называемых жирными оттого, что впервые эти кислоты были получены именно из жиров. Наиболее распространенные природные высшие жирные кислоты содержат от 10 до 22 атомов углерода. Как правило, число

атомов углерода четное. Они могут быть насыщенными или в разной степени ненасыщенными.

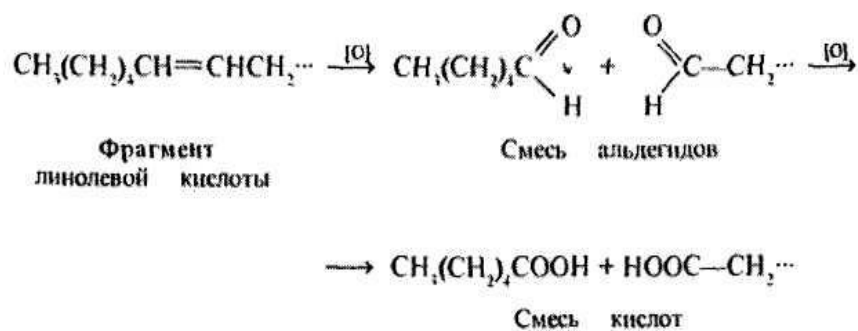
Жиры представляют собой смеси триацилглицеринов, которые различаются остатками входящих в них кислот.

Например, в триацилглицеринах сливочного масла содержатся остатки около 20 жирных кислот, в остальных жирах их 5-8. Редко бывает так, что триацилглицерины включают остатки только насыщенных или только ненасыщенных кислот, обычно жиры – это смешанные эфиры с преобладанием кислот того или иного типа. Существуют некоторые жиры, а точнее масла, в которых одна из кислот явно преобладает.

Например, в подсолнечном масле около 50% всех жирных кислот приходится на долю линоленовой кислоты, а в триацилглицеринах миндального и оливкового масел более 80% составляет олеиновая кислота. Жиры практически не растворимы в воде. Жиры умеренно растворимы в спирте и хорошо растворимы во многих неполярных и малополярных органических растворителях – бензоле, хлороформе, бензине.

Химические свойства жиров определяются их химической природой – принадлежностью к сложным эфирам и наличием в большинстве случаев двойных связей. Гидролиз сложноэфирных связей, это наиболее характерная реакция триацилглицеринов, в результате которой образуются глицерин и смесь жирных кислот. Наиболее экономичный промышленный метод гидролиза жиров» заключается в обработке их водяным паром при температуре 200 – 225 °С под давлением. На практике гидролиз жиров служит основой для получения глицерина, жирных кислот и мыл. Однако с гидролизом связаны процессы ухудшения качества жиров при их длительном хранении в присутствии влаги.

В состав природных триацилглицеринов наряду с высшими жирными кислотами входят в незначительном количестве кислоты с короткими цепями (например, их достаточно много в сливочном масле). Высвобождающиеся в результате гидролиза низшие кислоты придают продукту неприятный запах и вкус; так, масляная кислота C_3H_7COOH обуславливает «прогорклость» сливочного масла. Это свойство жиров необходимо учитывать при изготовлении и хранении лекарственных форм на жировой основе. Особенностью триацилглицеринов, содержащих остатки ненасыщенных кислот, является способность окисляться кислородом воздуха по двойной связи. Этот процесс, протекающий по свободнорадикальному механизму, приводит к разрыву двойной связи и образованию в качестве продуктов окисления альдегидов и карбоновых кислот с более короткой цепью. Особенно легко окисляются триацилглицерины, включающие остатки полиненасыщенных кислот – линолевой и линоленовой. Схематично процесс окисления фрагмента ненасыщенной ацильной группы можно представить следующим образом:



УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы изомеров состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$. К каким классам соединений они относятся? Назовите вещества.
2. Составьте уравнения следующих реакций:
 - 1) этерификации уксусной кислоты 3-метилбутанолом-1;
 - 2) гидролиза пропилового эфира бензойной кислоты;
 - 3) этерификации муравьиной кислоты этиленгликолем.
3. Составьте структурные формулы:
 - 1) тристеарина;
 - 2) трипальмитина;
 - 3) трилинолеина;
 - 4) триолеина.

Укажите, какие из этих веществ входят в состав твёрдых жиров.
4. Напишите уравнения реакций получения этилацетата из хлорэтана и неорганических реагентов.
5. Выберите формулы веществ, с которыми взаимодействует олеиновая кислота:
 - 1) SO_2 ;
 - 2) KOH ;
 - 3) H_2 ;
 - 4) KNO_3 .

Составьте уравнения реакций.

6. Используя структурные формулы органических веществ, составьте уравнения следующих превращений:
- гептан \rightarrow толуол \rightarrow бензоат калия \rightarrow этилбензоат;
 - бутан \rightarrow уксусная кислота \rightarrow ацетилхлорид (хлорангидрид уксусной кислоты) \rightarrow пропилацетат;
 - 1,1,1-трихлорэтан \rightarrow $X_1 \rightarrow$ уксусный ангидрид \rightarrow фенилацетат;
 - этан \rightarrow хлорэтан \rightarrow $X_1 \rightarrow$ $X_2 \rightarrow$ бутилацетат \rightarrow бутанол-1.
7. Опишите, как можно распознать растворы глицерина, мыла, формалина и этилового спирта. Составьте план опыта и уравнения реакций.
8. Имеются два изомерных вещества, плотность паров которых по водороду равна 30. Одно из них при гидролизе образует два кислородсодержащих вещества, другое легко вступает в реакцию этерификации со спиртами. Напишите формулы этих веществ и уравнения описанных реакций. ($C_2H_4O_2$).
9. Определите формулу сложного эфира, если для омыления 60 г этого соединения необходимо 280 г 20%-ного раствора гидроксида калия. ($HCOOCH_3$).

Лабораторная работа 6.

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ ЖИРОВ

Цель работы: познакомиться с основными химическими свойствами жиров.
Провести качественные реакции на жиры.

Реактивы:

- олеиновая кислота;
- стеариновая кислота;
- карбонат натрия 5 % раствор;
- перманганат калия 2 % раствор;
- подсолнечное масло;
- маргарин (или сливочное масло);
- раствор мыла;
- серная кислота конц.;
- этанол;
- гидроксид натрия 40 % раствор;
- гидроксид натрия 10 % раствор;
- сульфат меди (II) 2 % раствор;
- фенолфталеин;

14) дистиллированная вода.

Оборудование:

- воронка
- пинцет
- спиртовка
- асбестовая сетка
- фарфоровая чашка
- пипетки
- стеклянная палочка
- предметные стекла
- фильтровальная бумага
- микрошпатель
- штатив с пробирками

Опыт 1. РАСТВОРЕНИЕ ЖИРОВ В РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Ход опыта	Уравнения реакций
В четыре пробирки поместите по 1 мл подсолнечного масла. В первую пробирку налейте 2 мл дистиллированной воды, во вторую – 2 мл спирта, в третью – 2 мл бензина, в четвертую – 2 мл ацетона. Встряхните пробирки.	

Контрольные вопросы:

1. В каких растворителях растворяется подсолнечное масло?
2. В каких еще растворителях растворяются жиры?

Опыт 2. ДОКАЗАТЕЛЬСТВО НАЛИЧИЯ КРАТНЫХ СВЯЗЕЙ В ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТАХ

Ход опыта	Уравнения реакций
В две пробирки поместите по 5 – 6 капель растворов, соответственно олеиновой кислоты и стеариновой кислоты, добавьте по 3 капли 5 % раствора карбоната натрия и 2 % раствора перманганата калия. Встряхните пробирки и отметьте изменение окраски раствора.	

Контрольные вопросы:

1. Напишите схему реакции олеиновой кислоты с перманганатом калия в щелочной среде.
2. Какой структурный фрагмент олеиновой кислоты обуславливает наблюдаемый результат?

3. Почему стеариновая кислота не обесцвечивает перманганат калия?

Опыт 3. ОКИСЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МАСЛА ПЕРМАНГАНАТОМ КАЛИЯ

Ход опыта	Уравнения реакций
Возьмите 2 сухие пробирки. В первую поместите 1 каплю подсолнечного масла, во вторую – кусочек животного жира (можно использовать сливочное масло). Пробирку с животным жиром нагрейте до расплавления. Затем в каждую пробирку добавьте по 2 капли раствора карбоната натрия и 2 капли раствора перманганата калия. Встряхивают содержимое пробирки.	

Контрольные вопросы:

1. Объясните исчезновения окраски.
2. Напишите схему реакции окисления на примере триолеина.

Опыт 4. РАСТВОРЕНИЕ МЫЛО, И ЕГО ЩЕЛОЧНОЙ ГИДРОЛИЗ

Ход опыта	Уравнения реакций
Кусочек хозяйственного мыло поместите в пробирку и растворите в 2 мл дистиллированной воде. Пробирку нагрейте, так как при нагревании мыло растворяется быстрее. После растворения несколько раз встряхните ее – наблюдается обильное вспенивание. Прилейте в пробирку несколько капель фенолфталеина.	

Контрольные вопросы:

1. Что наблюдается?
2. Напишите схему реакции гидролиза на примере пальмитата натрия
3. О чем свидетельствует появления окрашивания индикатора?

Опыт 5. ВЫДЕЛЕНИЕ СВОБОДНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ИЗ МЫЛА

Ход опыта	Уравнения реакций
-----------	-------------------

<p>В пробирку поместите 5 капель раствора мыла, добавьте 3 капли раствора серной кислоты. Выпадает белый маслянистый хлопьевидный осадок свободных жирных кислот. Проверьте, растворяются ли хлопья в растворе щелочи.</p>	
--	--

Контрольные вопросы:

Составьте уравнения реакции между: стеаратом натрия и серной кислотой, стеариновой кислотой и гидроксидом натрия.

Опыт 6. ОМЫЛЕНИЕ ЖИРА

Ход опыта	Уравнения реакций
<p>В фарфоровую чашку поместите кусочек маргарина величиной с горошину, 2мл этанола и 2мл 40% раствора гидроксида натрия. Стеклопалочкой размешивают смесь, затем ставят чашку на кольцо с асбестовой сеткой и нагревают на пламени горелки при перемешивании. Когда она закипит, добавьте 2 мл воды. При вспенивании жидкости прилейте столько же воды, продолжая нагревание. Появление на поверхности жидкости и на стенках желтых мелких кусочков мыла доказывает, что гидролиз жира закончился, (он длится примерно 5 – 7 минут).</p> <p>Чтобы убедиться в этом возьмите пробу: пипеткой наберите из фарфоровой чашки 1 – 2 капли жидкости и проведите реакцию на глицерин. Если раствор приобретает синий цвет, гидролиз закончен. При отсутствии окрашивания продолжайте нагревание, через две минуты возьмите пробу снова. Через 2 мин прилейте в фарфоровую чашку 1,5 – 2 мл насыщенного раствора поваренной соли (происходит высаливание мыла). Дайте смеси отстояться, и остыть. Мелкие кусочки мыла отделите от жидкости путем фильтрования. Установите, растворяется ли мыло в воде и образует ли оно пену. Для этого в пробирку поместите палочкой полученное мыло, прилейте 2мл дистиллированной воды, слегка нагрейте (для ускорения процесса).</p>	

Контрольные вопросы:

1. Какую реакцию вы осуществили при получении мыла из жира?

2. Напишите уравнение реакции.
3. Как доказать образование мыла из жира?

Тема 4.4. Гетероциклические соединения

Теоретический материал

Гетероциклическими называют соединения циклического строения, содержащие в цикле не только атомы углерода, но и атомы других элементов (гетероатомы). Гетероциклические соединения – самая распространенная группа органических соединений. Они входят в состав многих веществ природного происхождения, таких как нуклеиновые кислоты, хлорофилл, гем крови, алкалоиды, пенициллины, многие витамины. Гетероциклические соединения играют важную роль в процессах метаболизма, обладают высокой биологической активностью. Значительная часть современных лекарственных веществ содержит в своей структуре гетероциклы.

Химические превращения гетероциклов можно классифицировать следующим образом:

- кислотно-основные превращения с участием гетероатома;
- реакции присоединения;
- реакции замещения;
- реакции замены гетероатома.

Основу химии пиррола, тиофена и фурана определяет способность этих соединений с легкостью вступать в реакции электрофильного замещения, преимущественно по α -положению. В сильнокислой среде ароматическая система пиррола и фурана нарушается вследствие протонирования по атомам углерода. Поэтому их относят к ацидофобным соединениям, т.е. не выдерживающим присутствия кислот. Тиофен, в отличие от пиррола и фурана, устойчив к действию сильных кислот и не относится к ацидофобным гетероциклам. Относительная активность пятичленных гетероциклов в реакциях S_E снижается в ряду: пиррол > фуран > тиофен > бензол.

Пиридин – наиболее типичный представитель ароматических гетероциклов. Производные пиридина широко представлены среди веществ, имеющих важное биологическое значение. 3-Метилпиридин – важный синтетический предшественник пиридин-3-карбоновой (никотиновой) кислоты – представителя витаминов В. Амид никотиновой кислоты (никотинамид) – структурный компонент коферментов никотинамидадениндинуклеотида (НАД⁺) и никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФ⁺). Последний кофермент (один из комплекса витаминов В₂) входит в состав эритроцитов и принимает участие в важных биохимических процессах.

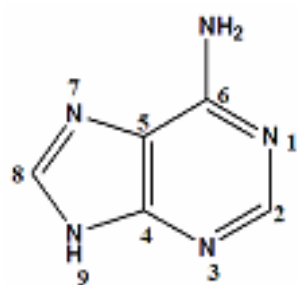
Нуклеиновые кислоты обеспечивают хранение и передачу наследственной информации, непосредственно участвуют в механизмах реализации этой информации путем программированного синтеза всех

клеточных белков. Нуклеиновые кислоты представляют собой высокомолекулярные соединения, молекулярная масса которых колеблется в пределах от 25 тыс до 1 млн дальтон и более. Полимерные цепи нуклеиновых кислот построены из мономерных единиц – нуклеотидов, в связи с чем нуклеиновые кислоты называют полинуклеотидами.

Существуют два типа нуклеиновых кислот – ДНК и РНК, различающиеся по молекулярной массе, составу азотистых оснований, сахаров, устойчивости и функциям.

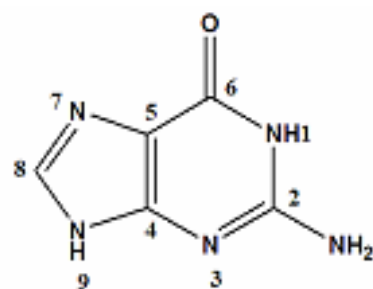
Нуклеиновые кислоты (НК) обладают выраженными кислотными свойствами (обусловленными наличием остатков ортофосфорной кислоты в их составе) и при физиологических значениях рН несут отрицательный заряд. Этим объясняется одно из важных свойств нуклеиновых кислот взаимодействовать по типу ионной связи с основными белками (гистонами и др.). Так, ДНК содержится в ядре клетки в виде комплексов с белками - нуклеопротеинов. НК также образуют ионные связи с катионами металлов, преимущественно с Mg^{2+} . При полном гидролизе нуклеиновых кислот (нагревании в присутствии хлорной кислоты) в гидролизате обнаруживаются пуриновые и пиримидиновые основания, углеводы (рибоза и дезоксирибоза) и фосфорная кислота:

Пиримидиновые основания



аденин
6-аминопуриин

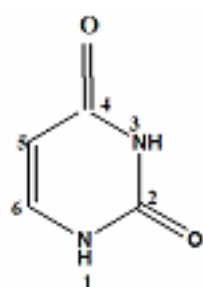
А



гуанин
2-амино-6-оксопуриин
2-амино-6-гидроксипуриин

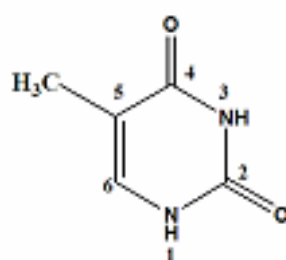
Г

Пиримидиновые основания



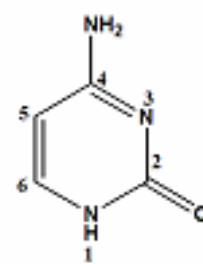
урацил
2,4-диоксопиримидин
2,4-дигидрокси-
пиримидин

У



тимин
5-метил-2,4-диоксопиримидин
5-метил-2,4-дигидрокси-
пиримидин

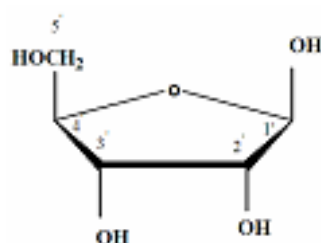
Т



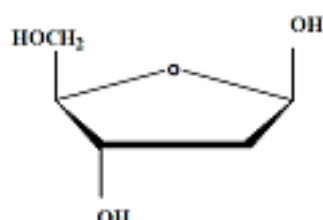
цитозин
4-амино-2-оксопиримидин
4-амино-2-гидрокси-
пиримидин

Ц

Моносахариды (пентозы)



β-D-рибофураноза



β-D-2-дезоксирибофураноза

УПРАЖНЕНИЯ

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- 1) β -метилиндол
- 2) 3-индолилуксусная кислота (гетероауксин)
- 3) тиазол
- 4) β, β' -диметилфурана
- 5) тетрагидропиррола
- 6) 3,5-диметил-2-фуранкарбоновой кислоты
- 7) α -аминопиридина
- 8) 3-нитропиридина
- 9) иодида-N-метилпиридина
- 10) пурина
- 11) 6-аминопурина
- 12) 2-амино-6-оксипурина
- 13) 2,6,8-триоксипурина.

2. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров для метилфурана, метилтиофена, метилпиррола. Назовите их.

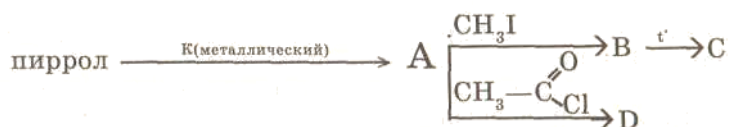
3. Напишите структурные формулы всех изомерных метилиндов и назовите их.

4. Какие гомологи пиридина образуются при нагревании 2-метилпиридина в присутствии хлорида аммония? Составьте схемы превращений.

5. Никотиновую кислоту получают окислением 2-метил-5-этилпиридина (с последующим декарбоксилированием). Напишите уравнения реакций.

6. Напишите уравнения реакций получения фурана всеми возможными способами

7. Напишите уравнения реакций по схемам:



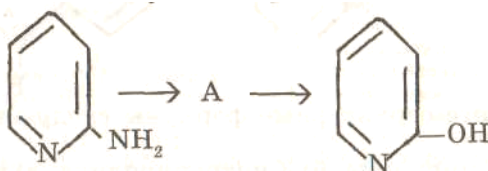
8. Напишите уравнения реакций для тиофена:

- а) нитрования
- б) бромирования

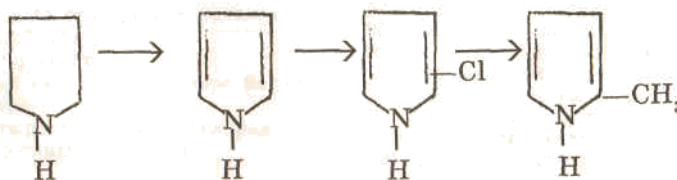
- в) ацилирования
- г) сульфирования.

9. Напишите уравнения химических реакций, характеризующих свойства пиридина.

10. Осуществите следующие превращения:



11. Осуществите следующие превращения:



123

11. В чём сходство и в чём различие химических свойств:

- а) аммиака и пиридина;
- б) пиридина и бензола;
- в) пиридина и пиррола?

Ответ проиллюстрируйте уравнениями химических реакций.

12. При действии калия на 20 г смеси пиррола и пиридина выделилось 2,24 л (н.у.) водорода. Определите массовую долю пиридина в исходной смеси. (66,5%.)

13. Определите объём воздуха ($\varphi(\text{O}_2) = 21\%$), необходимого для сгорания 1,58 г пиридина. (13,33 л.)

14. Определите массу пиррола, способного присоединить водород, полученный при действии 800 мл раствора с массовой долей серной кислоты 10% ($\rho = 1,2$ г/мл) на 28 г железа. (16,75 г.)