

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Пермская государственная сельскохозяйственная академия
имени академика Д.Н.Прянишникова

Л.П. Юнникова

Н.Н. Яганова

Т.А. Акентьева

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ.
ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ И ВАРИАНТЫ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ**

ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА
2011

УДК 547
ББК 242
Ю 539

Рецензенты:

С.Н. Шуров, д.х.н., профессор Пермского государственного национального исследовательского университета; Е.В. Пименова, к.х.н., зав. каф. экологии Пермской государственной академии имени академика Д.Н.Прянишникова

Ю – 539 Юнникова, Л.П. Органическая химия . Опорный конспект и варианты домашних заданий. Учебное пособие-2-е изд., перераб. и доп./Л.П. Юнникова, Н.Н. Яганова, Т.А. Акентьева, М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО «Пермская ГСХА». Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011, с. 111.

Учебное пособие по органической химии содержит опорный конспект по основным темам дисциплины, вопросы для самопроверки усвоения знаний, варианты индивидуальных домашних заданий, приложения с набором необходимых справочных данных для выполнения домашних заданий, план коллоквиума и контрольные вопросы по дисциплине в целом для подготовки к экзамену, а также словарь терминов и персоналий (голосарий).

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения направлений:

021900 «Почвоведение»;

020400 «Биология»;

110100 «Агрохимия и агропочвоведение»;

110200 «Агрономия»;

110900 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Цель издания – помочь студентам развить навыки самостоятельной работы с учебным и справочным материалом.

Печатается по разрешению методической комиссии агрохимического факультета Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова.

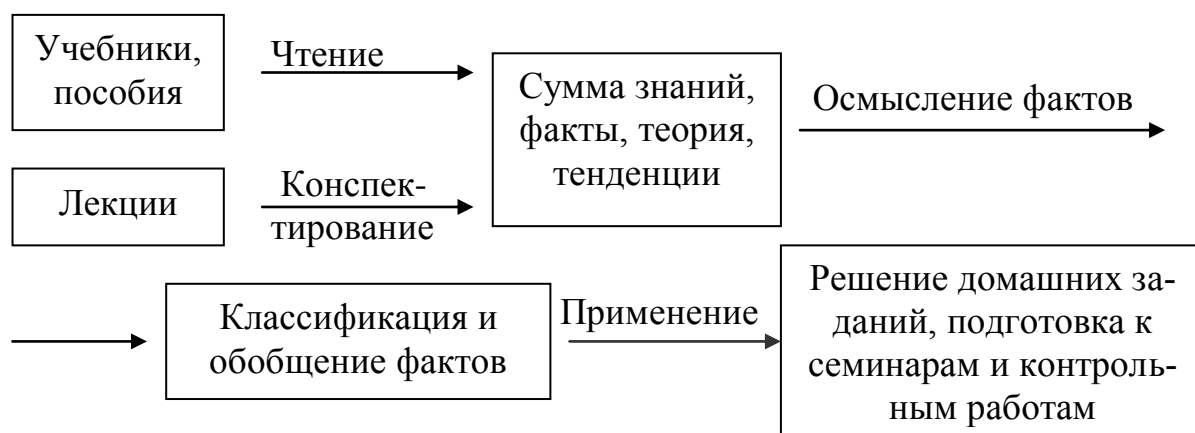
ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Вы приступаете к изучению новой химической дисциплины - органической химии. Большинство из Вас не будет специализироваться в этой области, однако изучение органической химии необходимо для создания надежных основ Вашей профессиональной подготовки. Органическая химия является теоретической базой для изучения таких специальных дисциплин, как биохимия, физиология растений и животных, микробиология, генетика и многих других.

Наспопуще пособие написано для того, чтобы помочь Вам в освоении нового предмета.

Организацию учебного процесса можно представить в виде схем:



Трудности при изучении органической химии	Пути их преодоления
Много новых фактов	Сделайте карточки для запоминания материала. Используйте их для коротких, но частых упражнений.
Слишком абстрактный материал	Уделяйте больше внимания схемам, моделям, аналогиям.
Непонимание	Перечитайте материал, обратитесь за советом к преподавателю.
Отсутствие четкости в знаниях	Занимайтесь с товарищами, объясняйте друг другу сложные моменты.

Желаем Вам преодолеть все трудности в изучении предмета, успешно сдать экзамен по органической химии и продолжить увлекательное путешествие в мир химии и смежных с ней наук.

Органическая химия изучает химию углеводов и их производных.

Студенты должны знать:

1. Строение основных классов органических соединений.
2. Возможные пути и условия преобразования функциональных групп в важнейших классах органических соединений как основы их генетической связи в химических и биохимических процессах.
3. Принципиальные пути установления структуры органических соединений и биополимеров на базе современных физико-химических методов.

Студенты должны уметь:

1. Прогнозировать химическое поведение основных классов органических соединений.
2. Оперировать применительно к основным классам органических соединений понятиями систем номенклатур IUPAC и радикально-функциональной.
3. Оперировать основными стереохимическими представлениями как основой специфических комплементарных взаимодействий с участием биомолекул.

Принятые сокращения

А – аденин

ВВС – внутримолекулярная водородная связь

Г – гуанин

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

НК – нуклеиновая кислота

н.у. – нормальные условия

ОЭО – относительная электроотрицательность

РНК – рибонуклеиновая кислота

Т – тимин

У – урацил

Ц – цитозин

ЭО – электроотрицательность


Глава 1. Теоретические основы органической химии.

Органическая химия – химия углеводов и их производных.

Большинство органических соединений можно представить формулой R-X, где R – *радикал* (остаток углеводорода), X – *функциональная группа* (группа атомов, определяющая основные физические, химические и биологические свойства соединения).

Таблица 1

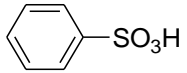
Классификация органических соединений по функциональным группам X

X	Название функциональной группы	RX	Название класса	Суффикс, определяющий принадлежность к классу	Примеры
1	2	3	4	5	6
$\rightarrow\text{C}-\text{C}\leftarrow$	Одинарная углерод-углеродная связь	$\text{R}_3\text{C}-\text{CR}_3$	Алканы	-ан	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ пропан
$\rightarrow\text{C}=\text{C}\leftarrow$	Двойная углерод-углеродная связь	$\text{R}_2\text{C}=\text{CR}_2$	Алкены	-ен	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ пропен
$\rightarrow\text{C}\equiv\text{C}\leftarrow$	Тройная углерод-углеродная связь	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}$	Алкины	-ин	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ пропин
$\rightarrow\text{C}-\text{Hal}$ Hal: F, Cl, Br, J	Галоген	RCH_2Hal	Галогенпроизводные	галоген-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1-хлорпропан
-OH	Гидроксигруппа	ROH ArOH	Спирты Фенолы	-ол -ол	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 1-пропанол  -OH - фенол

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
$\begin{array}{c} \text{—C=O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Альдегидная группа	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R—C—H} \end{array}$	Альдегиды	-аль	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C—H} \end{array}$ пропаналь
—C=O	Карбонил (оксогруппа)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R—C—R} \end{array}$	Кетоны	-он	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C—C—CH}_3 \end{array}$ Пропанон
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—OH} \end{array}$	Карбоксил	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R—C—OH} \end{array}$	Карбоновые кислоты	-овая кислота	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C—OH} \end{array}$ Пропановая кислота
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—OR} \end{array}$	Алкоксикарбоксил	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R—C—OR}^1 \end{array}$	Сложные эфиры	-оат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C—OCH}_3 \end{array}$ Метилпропаноат
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—Hal} \end{array}$	Галогенкарбонил	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R—C—Hal} \end{array}$	Галогенангидриды	-оилгалогенид	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C—Cl} \end{array}$ Пропаноилхлорид
$\begin{array}{c} \text{—C—O—C—} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	Ангидридная группа	$\begin{array}{c} \text{R—C—O—C—R} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	Ангидриды	-овый ангидрид	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{CH}_2\text{C—C—O—C—CH}_2\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$ Пропановый ангидрид

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N} \end{array}$	Амидная группа	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NR}_2 \end{array}$	Амиды	-амид	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}-\text{NHCH}_3 \\ \text{N-метилпропанамид} \end{array}$
$\rightarrow\text{C}-\text{NO}_2$	Нитрогруппа	$\text{R}-\text{NO}_2$	Нитросоединения	нитро-	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$ 1-Нитропропан
$\rightarrow\text{C}-\text{SH}$	Тиольная группа	$\text{R}-\text{SH}$	Тиолы (меркантилы)	-тиол	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ 1-пропантиол
$\rightarrow\text{C}-\text{O}-\text{C}\leftarrow$	Эфирная группа	$\text{R}-\text{O}-\text{R}$	Простые эфиры	алкокси-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ этоксиэтан
$\rightarrow\text{C}-\text{S}-\text{C}\leftarrow$	Тиоэфирная группа	$\text{R}-\text{S}-\text{R}$	Тиоэфиры	алкилтио-	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$ Метилтиометан
$\rightarrow\text{C}-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфогруппа	$\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфокислота	сульфо-	 Бензолсульфокислота
$\rightarrow\text{C}-\text{N} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array}$	аминогруппа	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{R}^1 \\ \diagdown \text{R}^2 \end{array} \end{array}$	Амины	амино-	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ Аминоэтан

Номенклатура – название органических соединений.

1. Номенклатура IUPAC

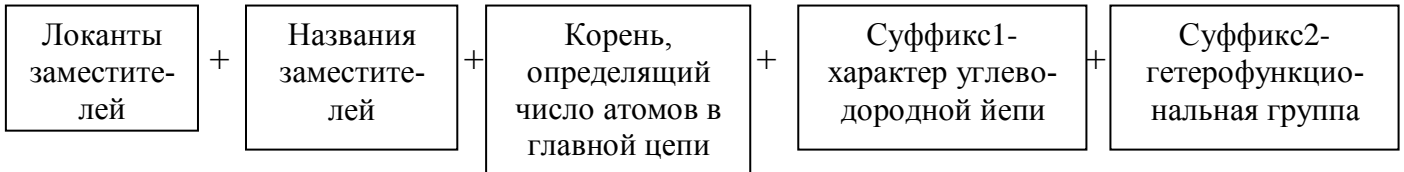


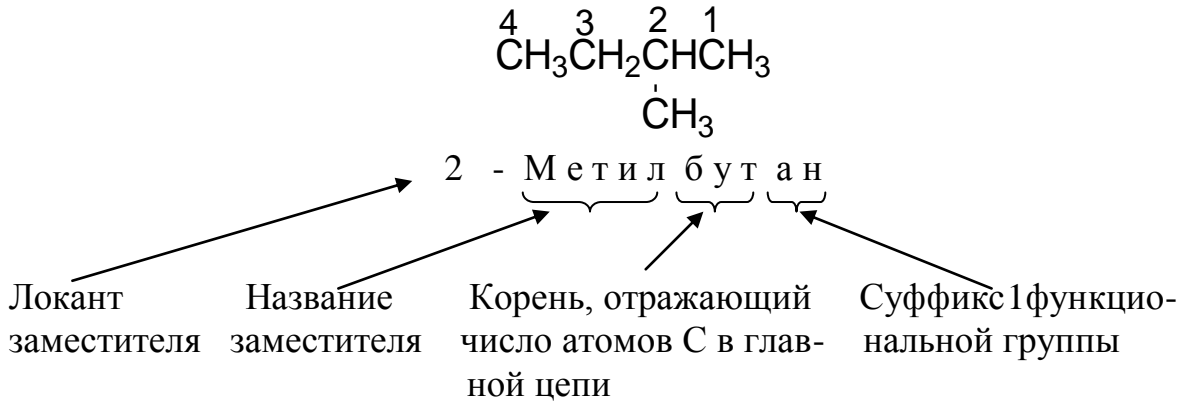
Таблица 2

Число атомов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Корень названия	мет	эт	проп	бут	пент	гекс	гепт	окт	нон	дек(дец)

Название радикала =

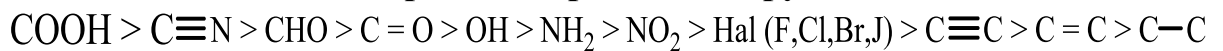


Примеры:



Если молекула содержит несколько функциональных групп, то класс её определяется более старшей функциональной группой, а остальные группы относят к заместителям.

Порядок старшинства групп:



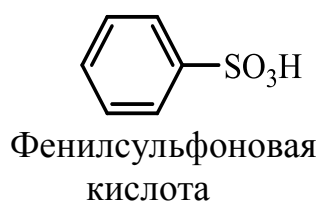
Пример: $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ 3-аминопропановая кислота

Соединение содержит две функциональные группы (COOH старше NH₂), поэтому вещество является карбоновой кислотой, а амино-группа является заместителем.

2. Радикально-функциональная номенклатура

Название радикалов	Название класса
--------------------	-----------------

Примеры:

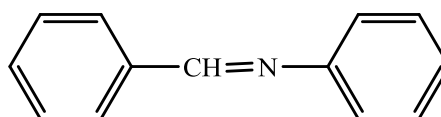
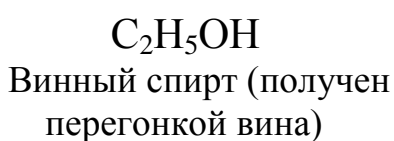


3. Тривиальная (историческая) номенклатура

Название не отражает строение вещества, часто даётся по источнику, из которого выделено соединение, или по автору который его получил впервые.

Названия даются по источнику, из которого выделено соединение, или по автору, который их получил впервые.

Примеры:



Основание Шиффа (получено Шиффом)

Электроотрицательность (ЭО) – способность атомов притягивать к себе электроны, образующие связи с другими атомами.

Относительная электроотрицательность элемента (ОЭО) – отношение электроотрицательности данного элемента к электроотрицательности лития.

Таблица 2

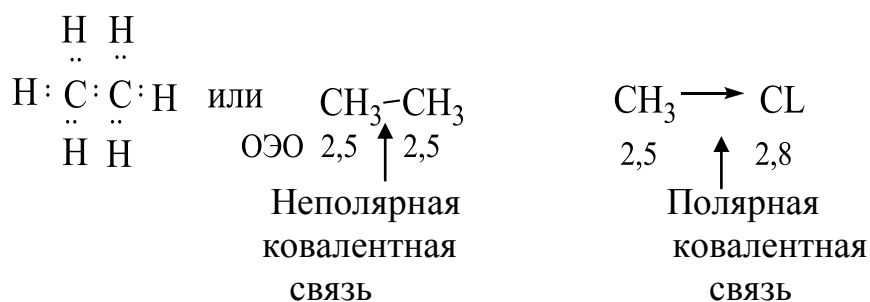
Относительные электроотрицательности некоторых элементов

H	2.1	C_{sp^3}	2.5	N	3.0	O	3.5	F	4.0
Li	1			P	2.1	S	2.6	Cl	2.8
Na	1.01	C_{sp^2}	2.8					Br	2.7
K	0.91	C_{sp}	3.1					J	2.6
		Si	1.74						

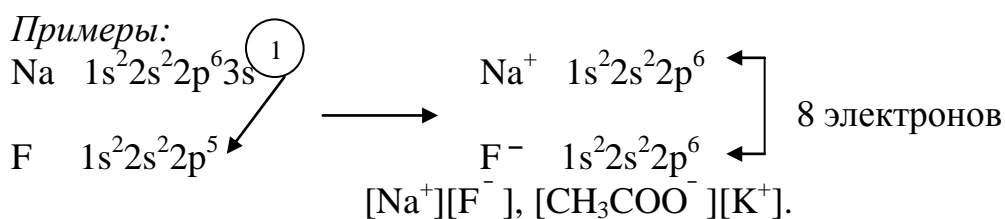
Химическая связь в органических соединениях

1. **Ковалентная (полярная и неполярная)** связь возникает при объединении двух атомов неметаллов, каждый атом приобретает устойчивую электронную структуру инертного газа за счет образования общих электронных пар.

Примеры:

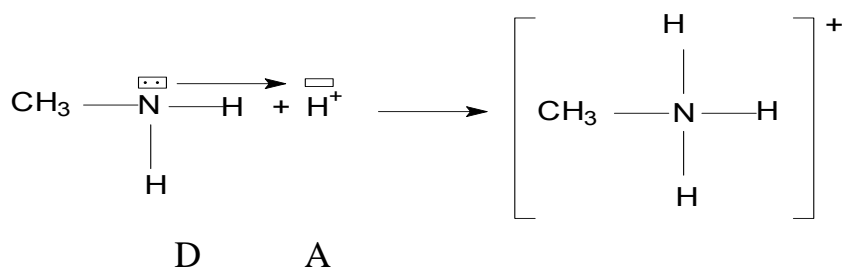


Ионная связь образуется при переносе электронов от атома металла к атому неметалла. Образовавшиеся ионы притягиваются электростатически.



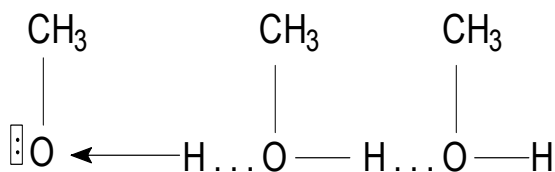
Донорно-акцепторная связь – ковалентная связь, образуется за счет двухэлектронного облака атома донора (D) и свободной орбитали атома акцептора (A).

Пример:

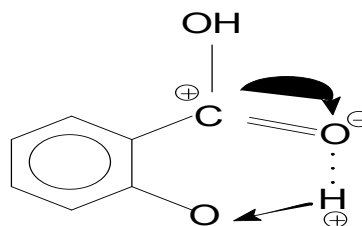


Водородная связь – образуется положительнополяризованным атомом Н одной молекулы и электроотрицательным атомом (O,N,S) другой или той же молекулы

Межмолекулярная
водородная связь
(МВС)



Внутримолекулярная
водородная связь
(ВВС)



Метанол

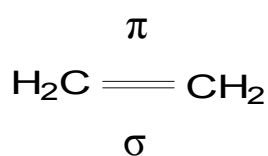
Салициловая кислота

Типы перекрывания электронных облаков при образовании химической связи

σ – связь образуется при перекрывании электронных облаков вдоль оси, соединяющей центры атомов.

π – связь образуется при перекрывании электронных облаков по обе стороны от оси, соединяющей центры атомов.

Пример:



Гибридизация атомных орбиталей – выравнивание взаимодействующих атомных орбиталей по форме и энергии.



s – орбиталь



p – орбиталь



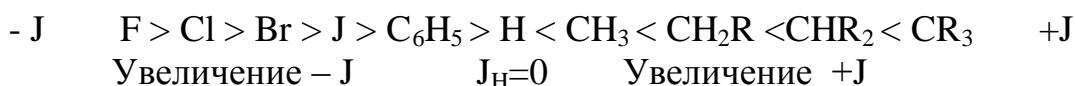
sp – гибридная орбиталь

Гибридизация атомов углерода

Тип гибридизации	Схема	Геометрия молекул	Валентные углы	Примеры
sp^3		Тетраэдрическая	$109^{\circ}28'$	CH_4
sp^2		Треугольная	120°	$H_2C = CH_2$
sp		Линейная	180°	$HC \equiv CH$

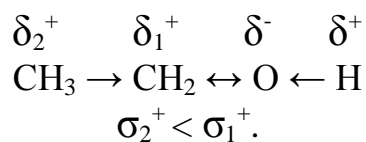
Электронные эффекты заместителей – перераспределение электронной плотности в молекуле под влиянием заместителей.

Индуктивный эффект J – проявляется в смещении электронной плотности вдоль σ -связи от одного атома к другому вследствие их разной относительной электроотрицательности.



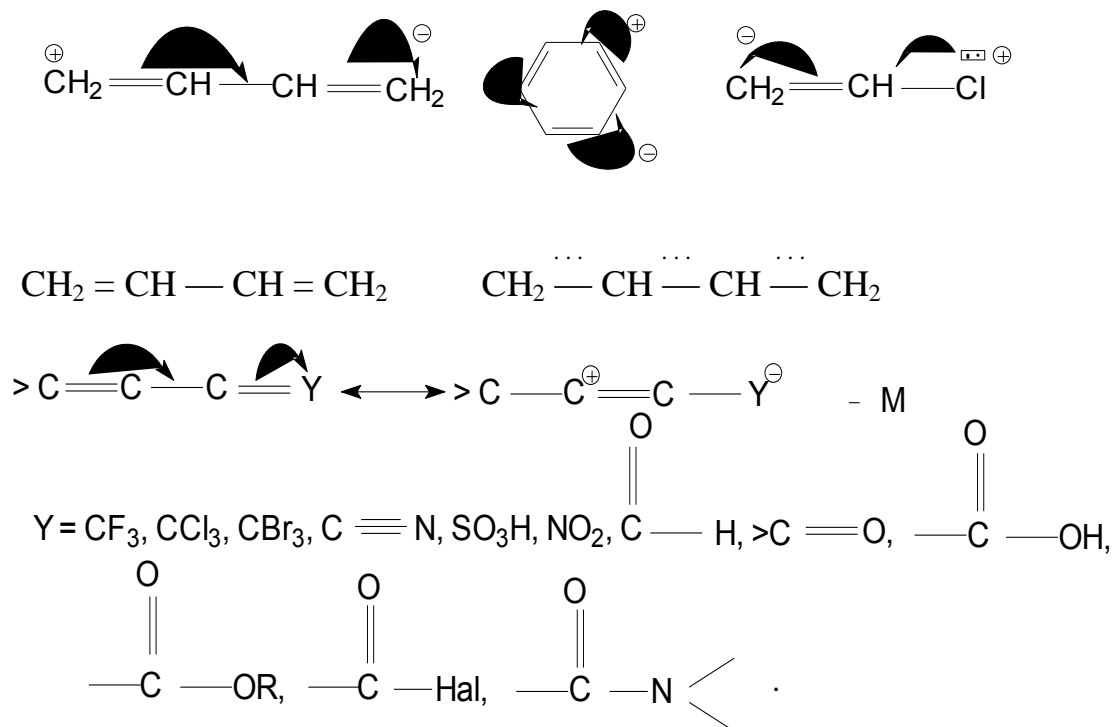
Индуктивный эффект быстро уменьшается при удалении от заместителя, вызывающего этот эффект.

Пример:



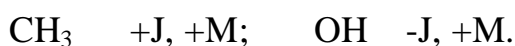
Мезомерный эффект (М) характерен для соединений с сопряженными связями, характеризуется перераспределением π -электронной плотности в молекуле

Мезомерный эффект передаётся по цепи сопряжения без изменения. В результате эффекта сопряжения происходит *делокализация π -связи* (π -связи охватывают не два атома, а всю молекулу в целом).



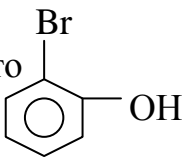
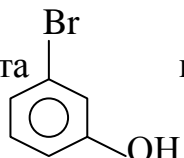
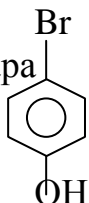
Индуктивный и мезомерный эффект не всегда совпадают по знаку.

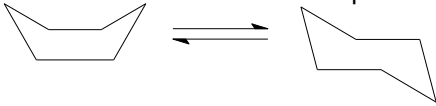
Примеры:



Изомерия – существование молекул с одинаковыми брутто-формулами, но разным строением или расположением атомов в пространстве.

Типы изомерии

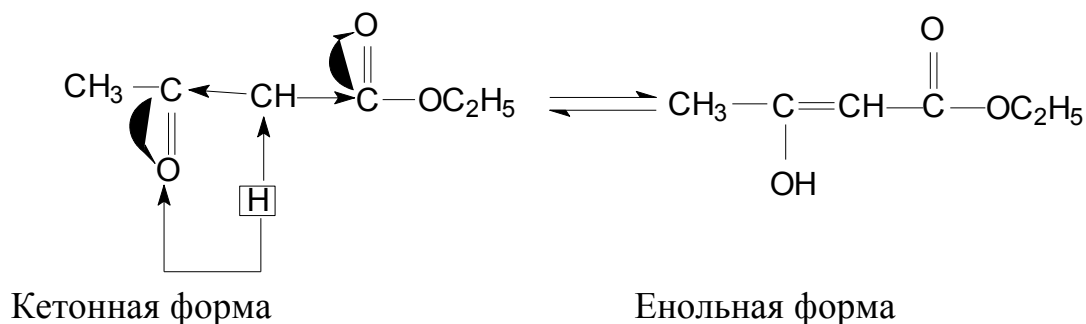
Вид изомерии	Примеры
<p>1. Структурная</p> <p>1.1. Изомерия положения заместителей и функциональных групп</p> <p>1.2. Изомерия взаимного расположения функциональных групп</p>	<p align="center"><u>Структурная изомерия</u></p> <p>$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$ Бутан CH_3 2-Метилпропан</p> <p>орто  мета  пара </p> <p align="center">Бромфенолы</p> <p>3 2 1 1 2 3 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3\text{CH-CH}_3$ OH 1-Пропанол 2-Пропанол</p> <p>$\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\alpha}{\text{CH}}\text{COOH}$ $\text{CH}_3-\overset{\beta}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{COOH}$ NH_2 NH_2</p> <p align="center">γ $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ Аминобутановые кислоты</p>

<p>1.3. Межклассовая изомерия (изомерия функциональных групп)</p> <p>2. Пространственная</p> <p>2.1. Цис-, транс- изомерия (затруднение вращения вокруг связи C=C)</p> <p>2.2. Оптическая изомерия (наличие асимметрических атомов C)</p> <p>2.3. Конформационная (изомеры, полученные вращением вокруг связи $\rightarrow\text{C}-\text{C}\leftarrow$)</p>	<p>$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ Этиловый спирт</p> <p>$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-C-H} \\ \\ \text{CH}_3\text{-C-H} \end{array}$ цис-2-Бутен</p> <p>$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}-\text{C}^*-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$</p> <p>Зеркальная плоскость</p> <p>D(+)-молочная кислота</p>	<p>$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ Диметиловый эфир</p> <p>$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-C-H} \\ \\ \text{H-C-CH}_3 \end{array}$ транс-2-Бутен</p> <p>$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}^*-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ асимметрический атом углерода</p> <p>L(-)-молочная кислота</p> <p>Циклогексан C_6H_{12}</p> <p>Ванна \rightleftharpoons Кресло</p> 
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

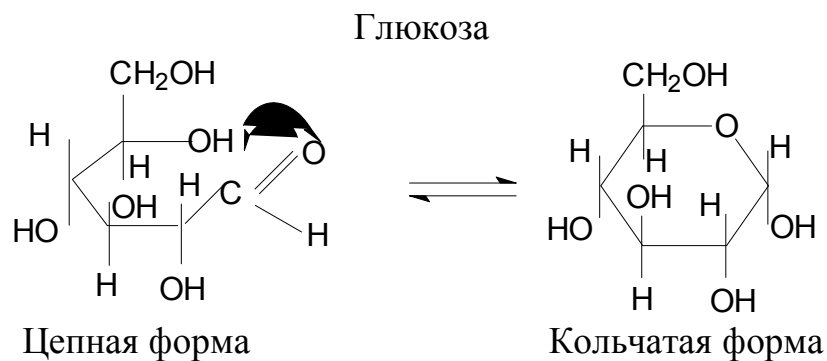
Таутомерия (обратимая изомерия)

1. Кето-енольная

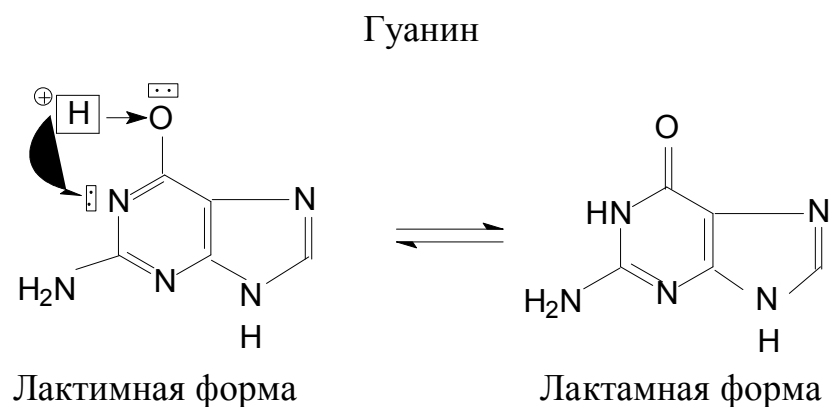
этиловый эфир ацетоуксусной кислоты



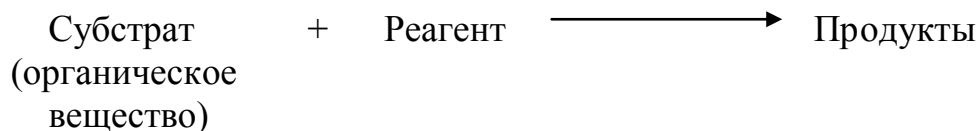
2. Кольчато-цепная таутомерия



3. Лактим-лактаминная таутомерия



Механизмы органических реакций



Типы разрыва химической связи

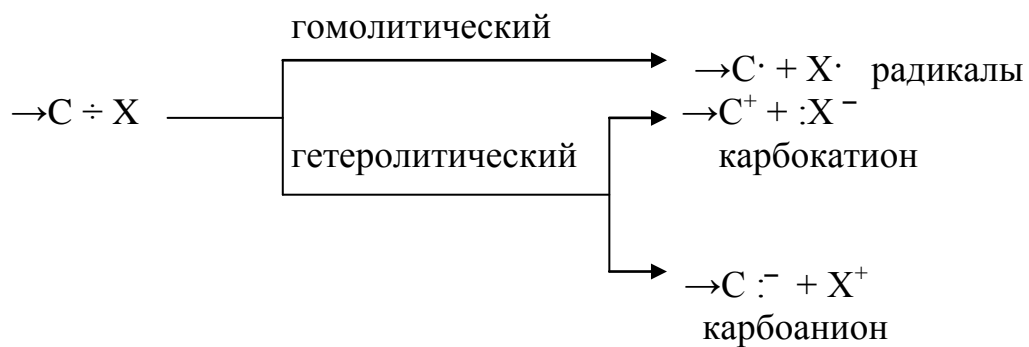


Таблица 5

Типы реагентов



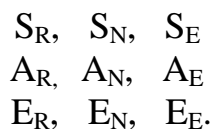
Тип реагента	Обозначение	Примеры
Радикал	R	$\text{CH}_3^\cdot, \text{Cl}^\cdot, \cdot\text{OH}, \text{NO}_2^\cdot$
Нуклеофил (донор электронных пар)	N	1. Молекулы и группировки с неподеленной электронной парой $\ddot{\text{N}}\text{H}_3, -\ddot{\text{O}}\text{H}$ 2. Анионы: $\cdot\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{CO}_3^{2-}$ δ^- 3. Атомы с δ^- : $\text{CH}_3 \rightarrow \text{Cl}$ 4. Соединения с кратными связями  , $\text{CH}_2 = \text{CH}_2, \text{CH} \equiv \text{CH}$
Электрофилы (акцепторы электронных пар)	E	1. Молекулы с незаполненной  внешней орбиталью $\text{ZnCl}_2, \text{AlBr}_3$. 2. Катионы: $\text{H}^+, \text{NO}_2^+, \text{SO}_3\text{H}^+$. δ^+ 3. Атомы с δ^+ : $\text{CH}_3 \rightarrow \text{OH}$

Таблица 6

Типы химических реакций

Направление реакции	Обозначение	Примеры
Реакции замещения	S (Substitution – замещение)	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$
Реакции присоединения	A (Addition - присоединение)	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3$
Реакции отщепления	E (Elimination – отщепление)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

По направлению реакции и типу реагентов различают девять механизмов реакций:



Механизмы реакций рассмотрены в разделе классов органических соединений.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы гибридизации возможны для атома углерода? Охарактеризуйте в каждом случае форму и пространственную направленность атомных орбиталей.
2. Дайте определения σ - и π -связям.
3. Какие частицы называются свободными радикалами? Чем они отличаются от ионов. Приведите примеры органических радикалов.
4. Какие частицы называются электрофилами? Приведите примеры.
5. Какие частицы называются нуклеофилами? Приведите примеры.
6. Дайте характеристику основным типам химической связи в молекуле.
7. Что такое электроотрицательность химических элементов? Как она меняется в периодах и группах Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева?
8. В чём особенности индуктивного и мезомерного электронных эффектов?
9. Что понимают под «механизмом химических реакций»? Приведите примеры.

ЛИТЕРАТУРА: 1, Введение, главы 1,2. с. 6-98.

Глава 2. Молекулярная спектроскопия

Методы молекулярной спектроскопии используют для установления структуры вещества. В основе методов лежит взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.

Электромагнитный спектр

Радиоизлучение	Микроволновое излучение	Инфракрасное (ИК) излучение	Видимое излучение	Ультрафиолетовое (УФ) излучение	Рентгеновское излучение	Космическое излучение	γ - излучение
----------------	-------------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------------	----------------------

Увеличение длины волны λ

Увеличение частоты ν и энергии E

Инфракрасная спектроскопия

ИК-спектр возникает как результат поглощения молекулой ИК излучения. Положение сигнала в спектре измеряется волновым числом $\nu=1/\lambda, \text{см}^{-1}$, характеризует те или иные функциональные группы.

Спектроскопия протономагнитного резонанса (ПМР)

Спектр ПМР – результат поглощения радиочастотного излучения веществом, находящемся в магнитном поле. Положение полосы поглощения характеризуется *химическим сдвигом* δ относительно эталона тетраметилсилана $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$

$$\delta = \frac{\text{Расстояние от стандарта, Гц}}{\text{Рабочая частота прибора}}, \text{ м.д. (миллионные доли).}$$

Мультиплетность сигнала протона – расщепление сигнала на $(n+1)$ сигнал, n – число протонов при соседних атомах С .

Площадь сигнала характеризует число протонов. ПМР-спектроскопия позволяет различать атомы водорода, находящиеся в различном химическом окружении.

УФ спектроскопия

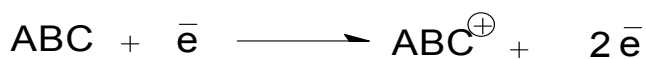
УФ-спектр – следствие электронных переходов в молекуле. Положение сигнала характеризуется $\lambda_{\text{макс}}$ – длиной волны УФ излучения, при которой происходит максимальное поглощение. УФ спектроскопия позволяет определить хромофорные группы ($\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$, NO_2 , $\text{C}\equiv\text{N}$, SO_3H и др.) и сопряженные связи $\text{C}=\text{C}$.

Масс-спектрометрия

Масс-спектр – результат распада (фрагментации) молекул путем их бомбардировки пучком электронов высокой энергии. С помощью масс-спектров можно определить массу **молекулярного иона**, равную **молекулярной массе** молекулы с точностью до электрона, природу фрагментов и осуществить идентификацию соединения.

Молекула

Молекулярный ион M^+



ионизация



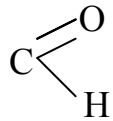
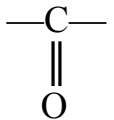
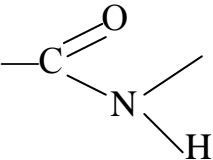
Фрагментация

Данные ИК-, УФ- и ПМР-спектров некоторых структурных элементов органических соединений

Группа	ИК, Характеристические полосы, см ⁻¹	УФ, $\lambda_{\text{макс}}$, нм	ПМР, Химические сдвиги, δ , м.д.
—ОН (своб.)	3640 – 3650 пер.	Нет поглощения	0,5 (ROH) 4,5 (ArOH),
—ОН (связ.)	3600 – 3200 пер.		5,5 (ROH) 7,0 (ArOH)
—NH ₂ (своб.) NH ₂ (связ.)	3500 – 3400 пер. ~ на 100 см ⁻¹ ниже	Нет поглощения (RNH ₂) Ароматическое поглощение (ArNH ₂)	1,1 – 1,9 (RNH ₂) 3,6 – 4,6 (ArNH ₂)
—NH—	3400 – 3300 пер.	————— “ —————	————— “ —————
≡ C—H	3300 с.	< 210	2,0 – 3,2
—CH = CH ₂ > C = CH ₂	3080 ср., 2975 ср. 3080 ср.	< 210 < 210	4,5 – 7,5 5,3 – 6,3

$\begin{array}{c} > \text{C} = \text{C} - \\ \\ \text{H} \\ \\ \\ = \text{CH} \text{ (арены)} \end{array}$	3030 ср.	< 210	5,0 – 6,0
$\begin{array}{c} > \text{C} = \text{C} - \\ \\ \text{H} \\ \\ \\ = \text{CH} \text{ (арены)} \end{array}$	3100 – 3300 ср.	205 – 260 260 - 300	6,5 – 8,5
$\left. \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \\ - \text{CH}_2 - \\ - \text{CH} - \\ \end{array} \right\}$	2960 – 2850 ср.	Нет поглощения	0,5 – 4,3
$\begin{array}{c} \text{OCH}_3 \\ \text{NCH}_3 \\ \text{S}-\text{H} \end{array}$	2850 – 2800 ср. 2820 – 2760 ср., пер. 2600 – 2500 сл.	250	3,2 – 4,0 2,1 – 3,1 1 - 2
$- \text{C} \equiv \text{C} -$	2260 - 2100	210	—
$\begin{array}{c} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \\ \quad \quad \\ \text{O} \quad \quad \text{O} \end{array}$	1800 – 1760 с.	210	—

Продолжение таблицы 7

—CO—Hal	1800 с.	210	—
COOH	1710 – 1760 с. (C=O)	210	9,5 – 13,0
—COOR	1750 – 1720 с. (C=O)	270 - 300	2,0
	1720 с. (C=O)	270 - 300	9,4 – 10,0
	1715 с.	270 - 300	—
	1690 – 1650 с. (амид I) 1640 – 1530 с. (амид II)	210	5,5 – 8,5
Ar—O—Ar	1275 - 1200 с.	Ароматическое поглощение	6,5 – 8,5

Окончание таблицы 7

$R-OR$	1150 – 1070 с.	210	3,3 – 4,0 ($\begin{array}{c} \text{---O---CH} \\ \end{array}$)
$C-F$	1400 – 1000 с.	200	2,6 – 3,1 ($\begin{array}{c} \\ \text{Hal---C---H} \\ \end{array}$)
$\left. \begin{array}{l} C-Cl \\ -C-Br \end{array} \right\}$	800 – 500 с.	250 (RJ, RBr)	

Примечание: в таблице введены обозначения - с.- сильная, ср.- средняя, сл.- слабая, пер.- переменная.

Вопросы для самопроверки

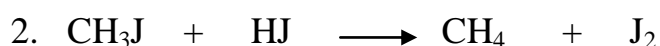
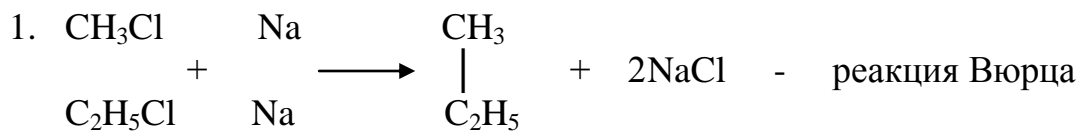
1. Возможности УФ-спектроскопии в идентификации органических соединений.
2. Применение ПМР-спектроскопии в идентификации органических соединений. Что такое химический сдвиг?
3. Физическая сущность ИК-спектроскопии, её возможности.
4. Применение масс-спектрометрии в органической химии.

ЛИТЕРАТУРА: 1, глава 3, с.99-144

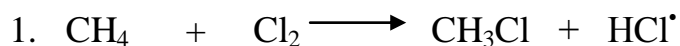
Глава 3. Предельные углеводороды

3.1 Предельные углеводороды

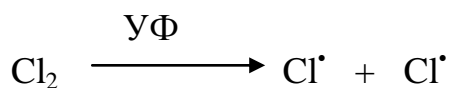
Способы получения:



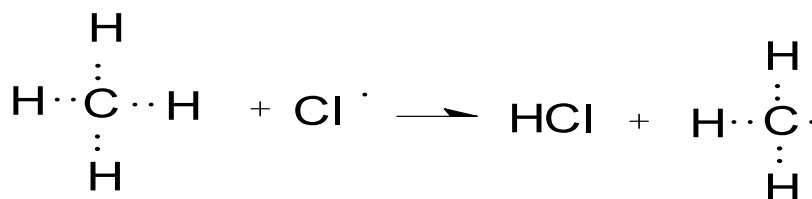
Химические свойства:



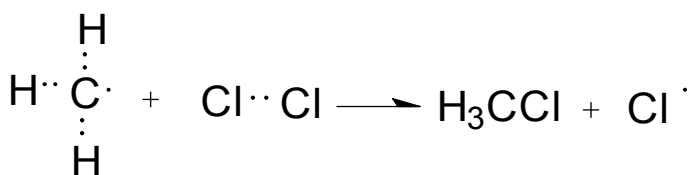
Механизм реакции радикального замещения (S_R)



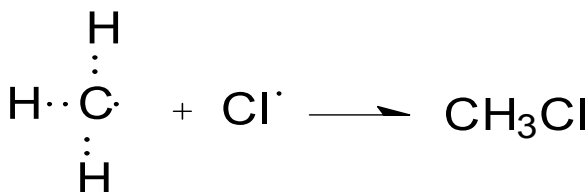
Зарождение цепи



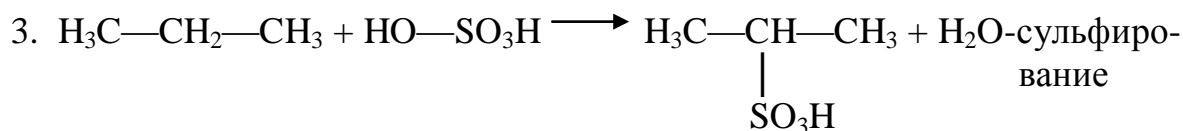
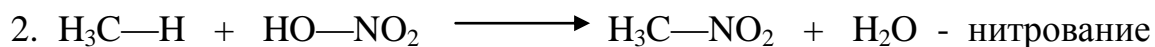
Рост цепи



Продолжение цепи

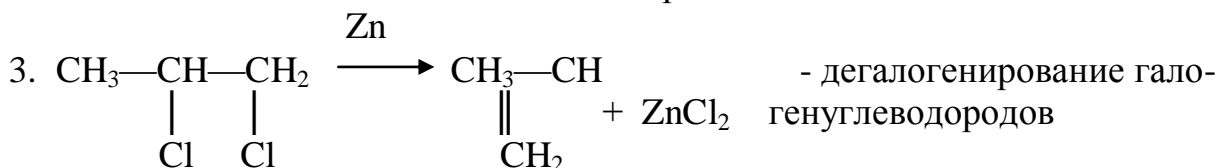
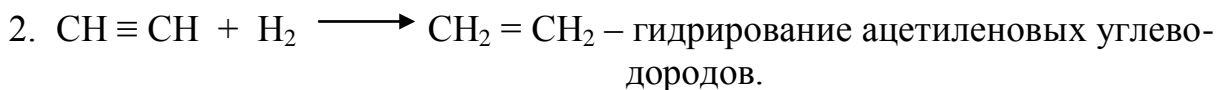
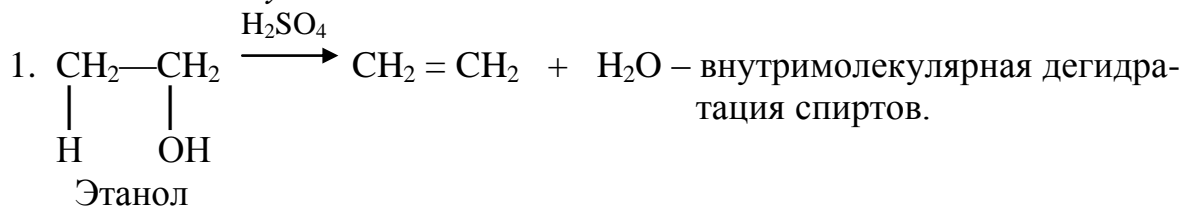


Обрыв цепи

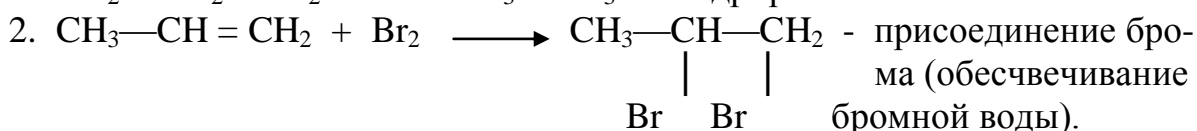
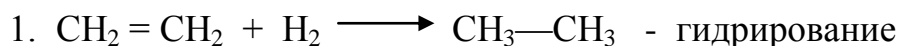


3.2. Этиленовые углеводороды

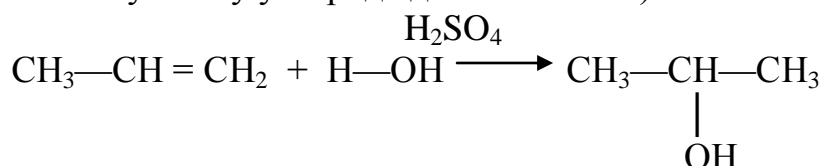
Способы получения:



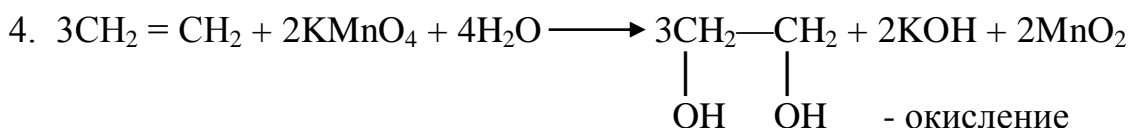
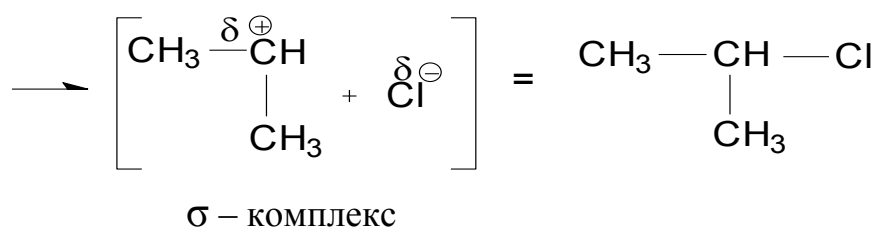
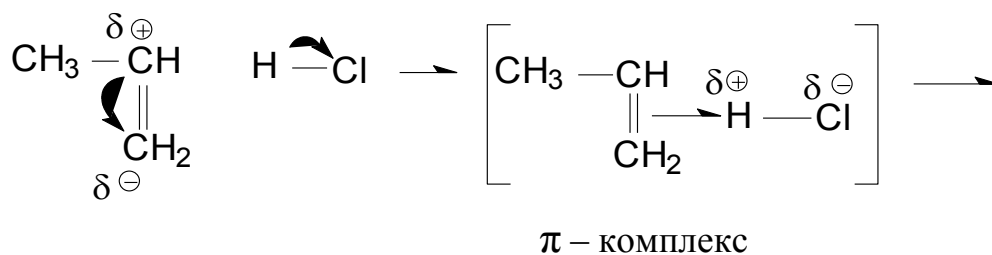
Химические свойства:



3. Присоединение галогеноводородов и воды по *правилу Марковникова* (водород галогеноводорода или воды присоединяются к наиболее гидрогенизированному атому углерода двойной связи).

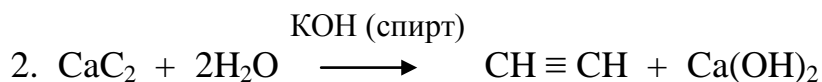
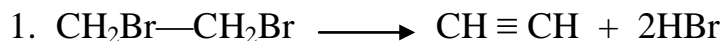


Механизм реакции: *Электрофильное присоединение (A_E)*.

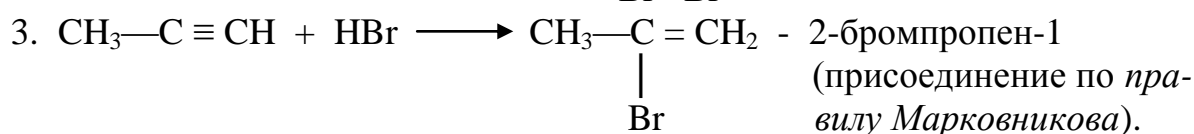
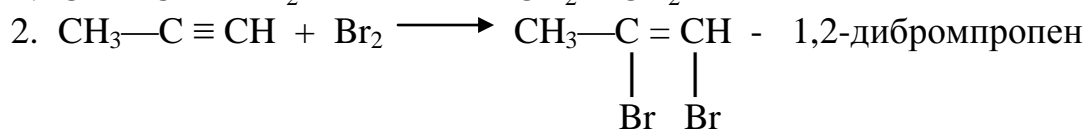
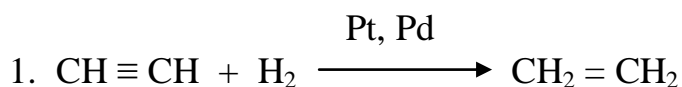


3.3. Ацетиленовые углеводороды

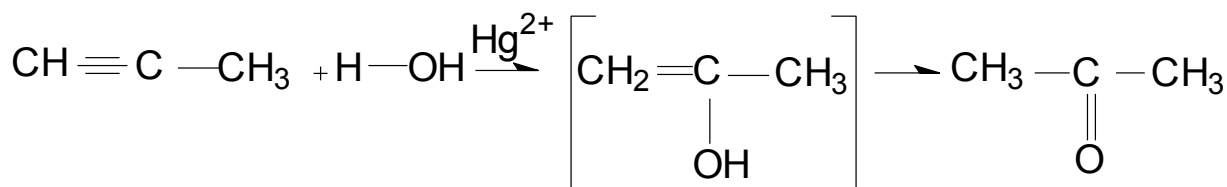
Способы получения:



Химические свойства:

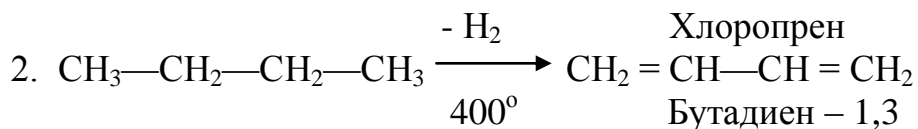
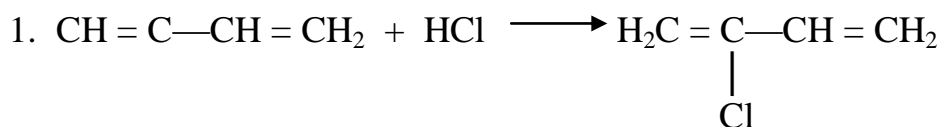


3. Реакция Кучерова

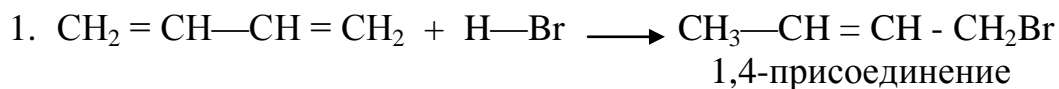


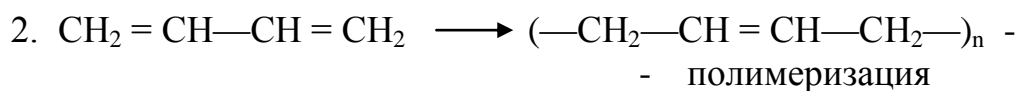
3.4. Диеновые углеводороды

Способы получения:



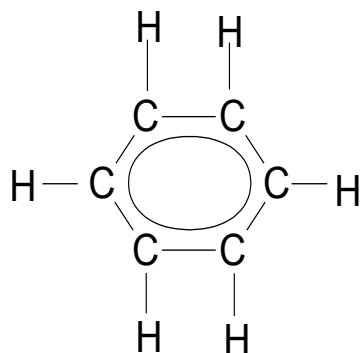
Химические свойства:





3.5. Ароматические углеводороды

Ароматичность – особая устойчивость ароматических углеводородов, связанная с их электронным строением. Из четырех валентных электронов атома углерода $2s2p_x2p_y2p_z$, три электрона образуют три связи с двумя соседними атомами углерода и водородом (sp_2 -гибридизация). Четвертые, негибридизованные электроны образуют общее электронное облако над и под плоскостью молекул. Такая симметричность придает особую устойчивость бензольному кольцу.

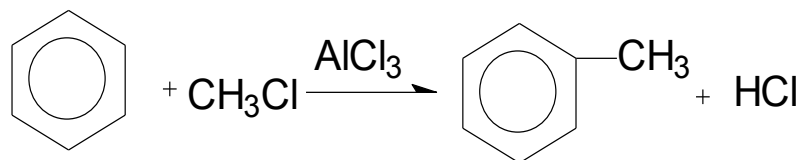


Правило Хюккеля – соединение должно проявлять ароматические свойства, если в его молекуле содержится плоское кольцо с $(4n+2)$ π -электронами, где $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

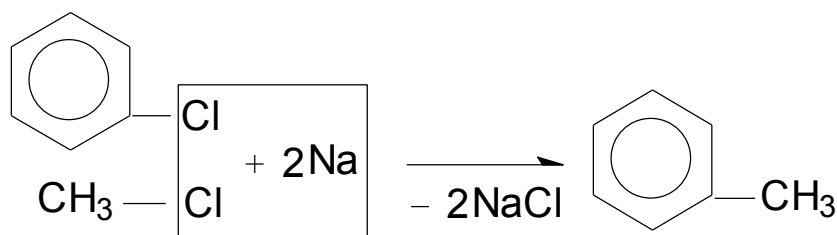
Несмотря на формальную ненасыщенность, ароматические углеводороды в отличие от ненасыщенных (этиленовых, ацетиленовых), вступают в реакции замещения.

Методы получения:

1. Из природной нефти и при ее крекинге
2. Реакция Фриделя-Крафтса



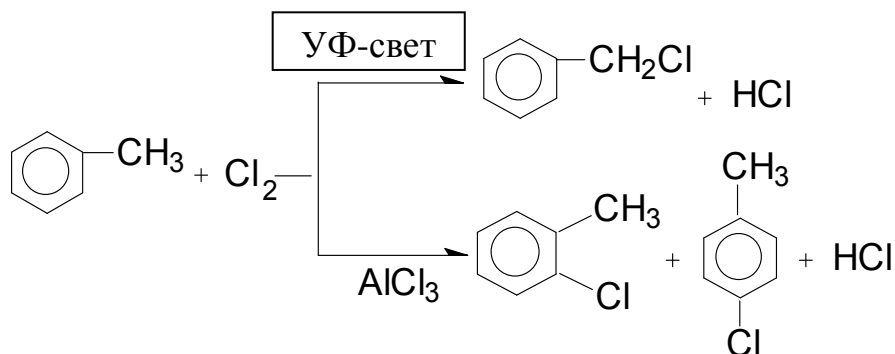
3. Реакция Вюрца-Фиттига



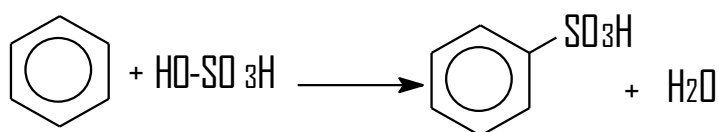
4. $3\text{CH} \equiv \text{CH} \xrightarrow{\text{C}} \text{C}_6\text{H}_6$ - тримеризация.

Химические свойства:

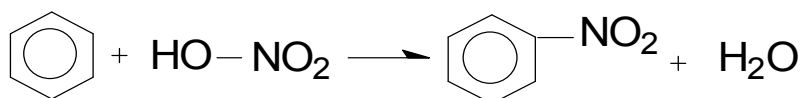
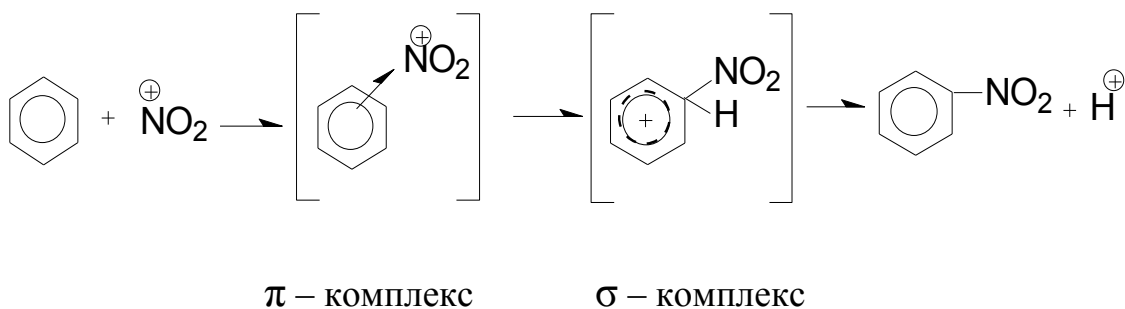
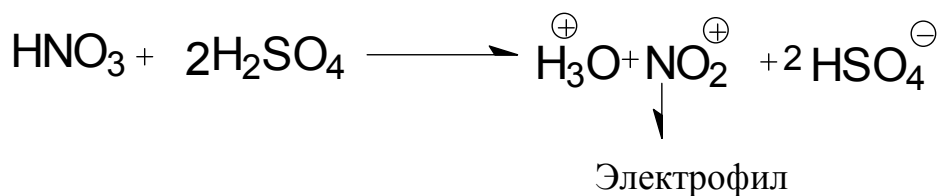
1. Галогенирование



2. Сульфирование



3. Нитрование

Механизм реакции электрофильного замещения (S_E)

Вопросы для самопроверки

1. Что такое гомологические ряды? Их значение в органической химии.
2. Какие реакции характерны для предельных углеводородов? Приведите примеры.
3. В чём заключается правило Марковникова? Напишите уравнения реакции бутена-1 с бромоводородом.

4. Напишите уравнение реакции ацетилена с водой. Как называется эта реакция?
 5. Напишите формулы изомеров пентадиена и укажите типы двойных связей (кумулятивные, изолированные или сопряжённые).
 6. Напишите уравнения реакции бутадиена-1,3 с бромом и бромоводородом.
 7. Напишите уравнения реакции полимеризации изопропена. Как используется этот полимер в народном хозяйстве?
 8. Напишите схему синтеза каучука по Лебедеву.
 9. Напишите формулы изомеров ксилола.
 10. Какие типы реакции характерны для ароматических углеводородов? Приведите примеры.
 11. На какие группы делятся заместители по характеру своего направляющего действия в реакциях электрофильного замещения в ароматических углеводородах?
- ЛИТЕРАТУРА: 1, главы 4-10, с.145-249.

Глава 4. Кислородосодержащие органические соединения

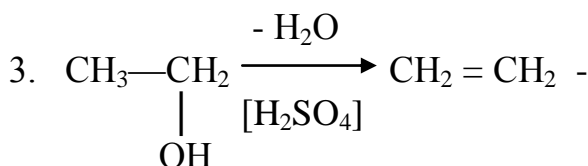
4.1. Спирты

Способы получения спиртов:

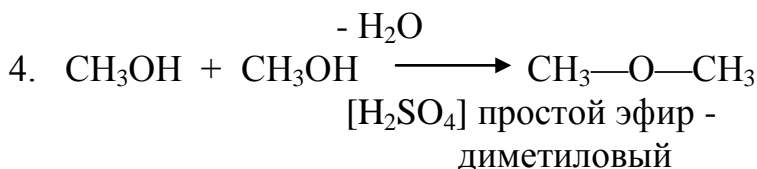
1. $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl}$ - гидролиз моногалогенопроизводных
2. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ - гидратация алкенов

Химические свойства:

1. $2\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2$
2. $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{PCl}_5 \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$
хлорокись фосфора

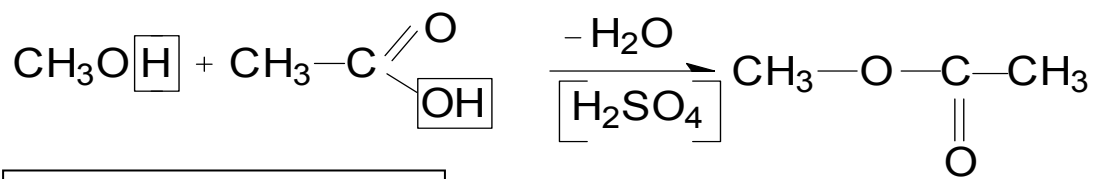


Внутримолекулярная
дегидратация спиртов



Межмолекулярная
дегидратация спиртов

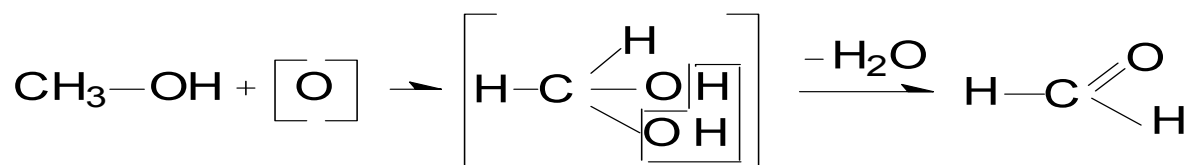
5.



Реакция этерификации

сложный эфир
уксуснометиловый
или метилацетат

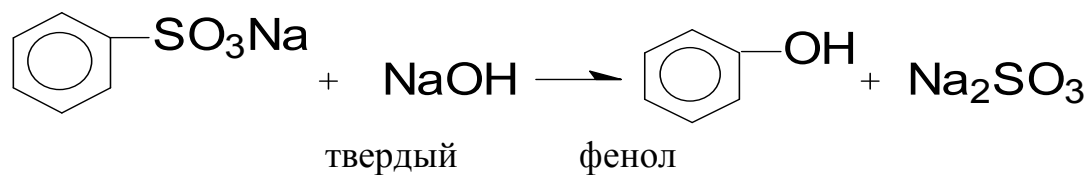
6.



4.2. Фенолы

Способы получения:

1.

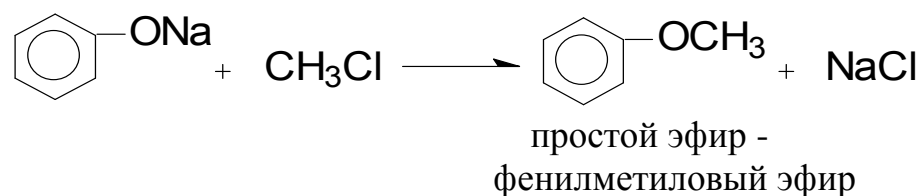


2.

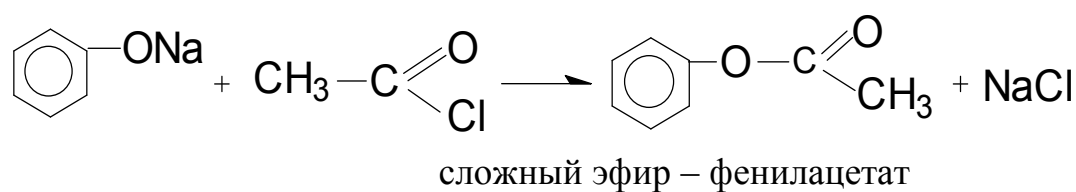


Химические свойства:

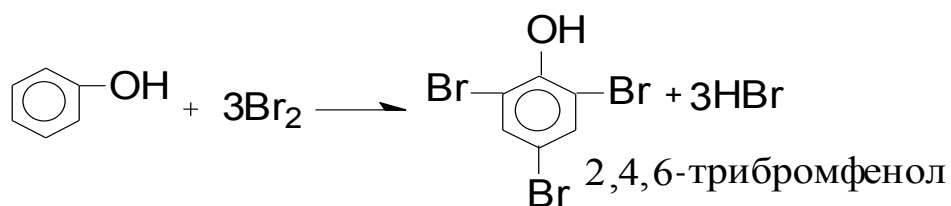
1.



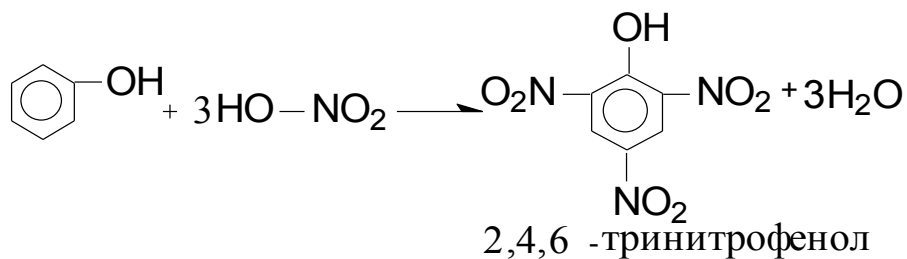
2.



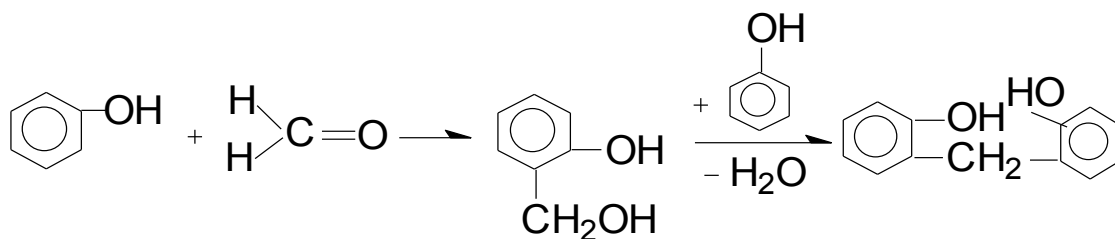
3. Бромирование



4. Нитрование



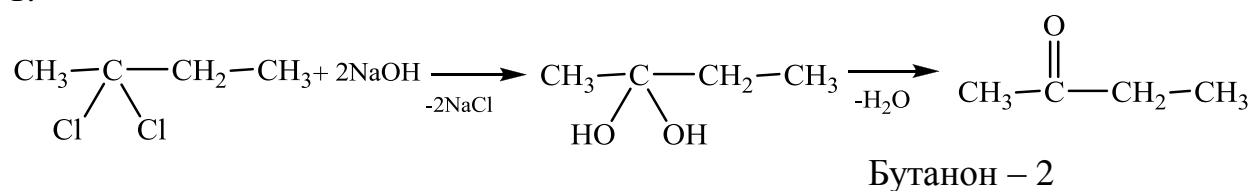
5. Поликонденсация



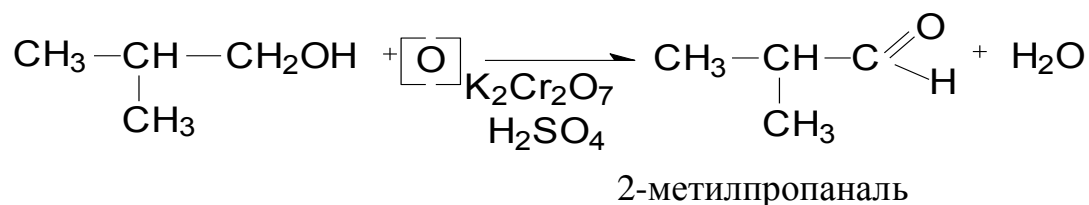
4.3. Альдегиды и кетоны

Способы получения:

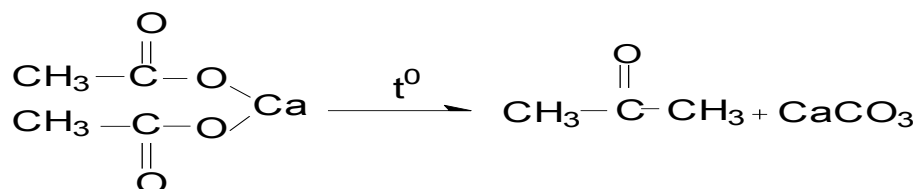
1.



2.



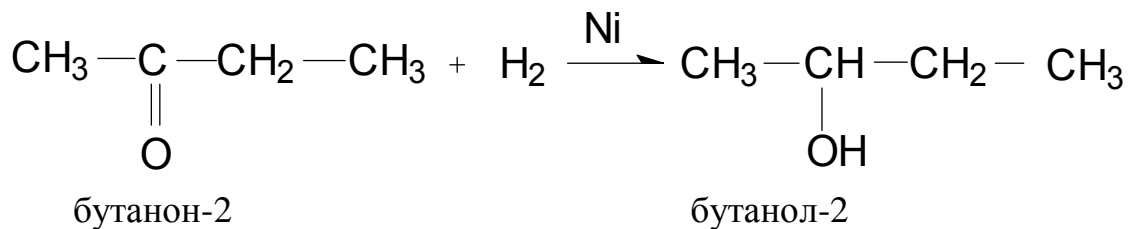
3.



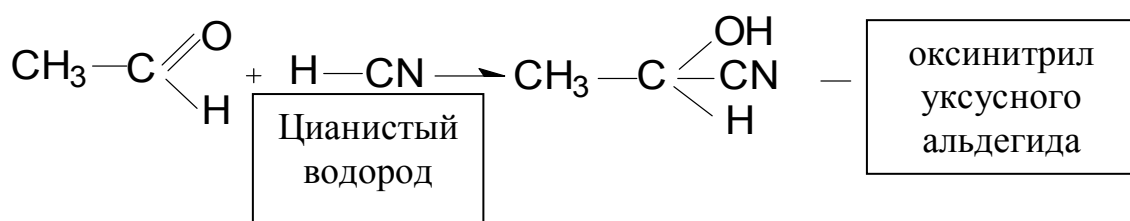
Химические свойства:

1. Реакции присоединения (A_N)

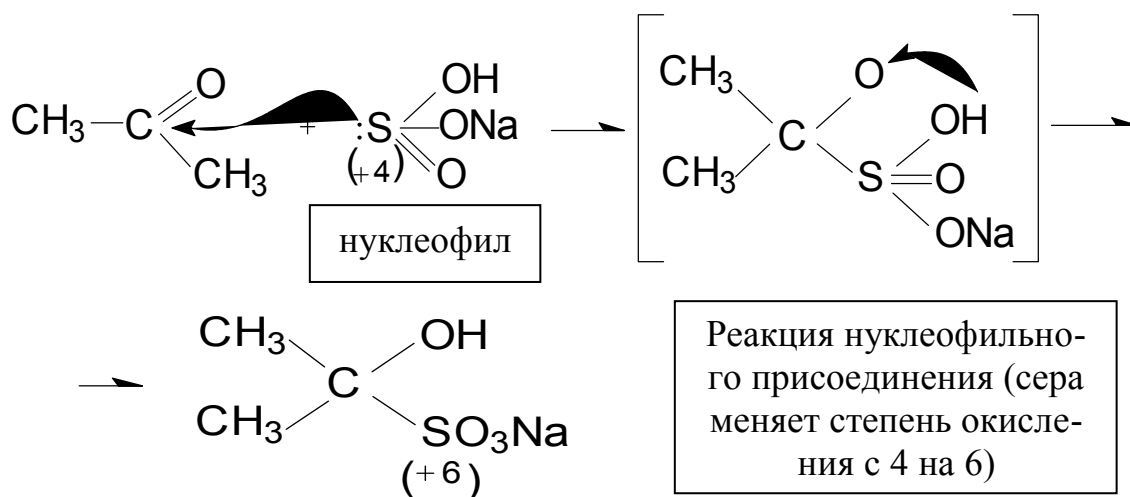
1.1.



1.2.

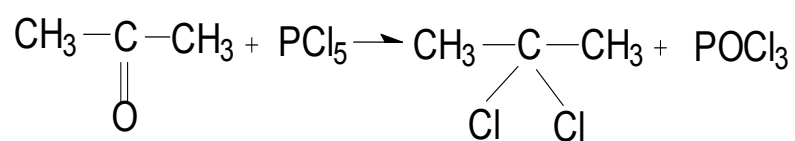


1.3.



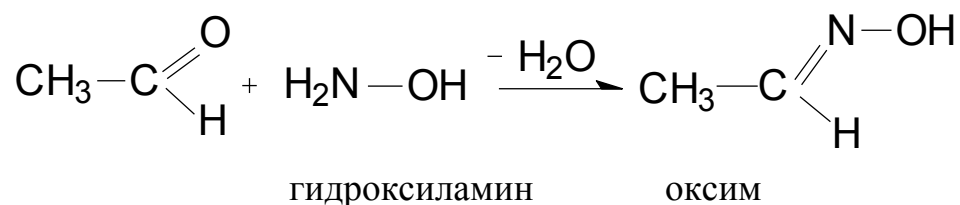
2. Реакции замещения

2.1.

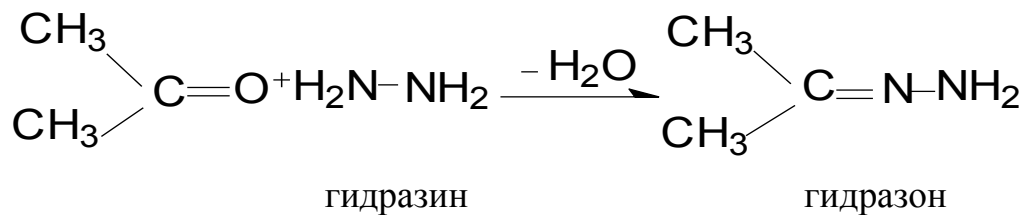


Ацетон

2.2.

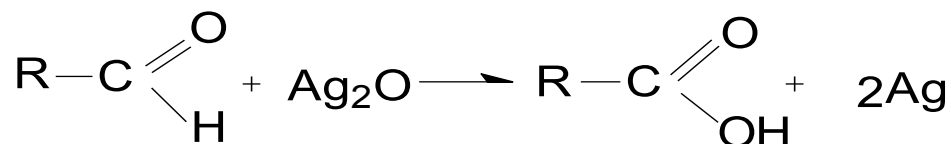


2.3.

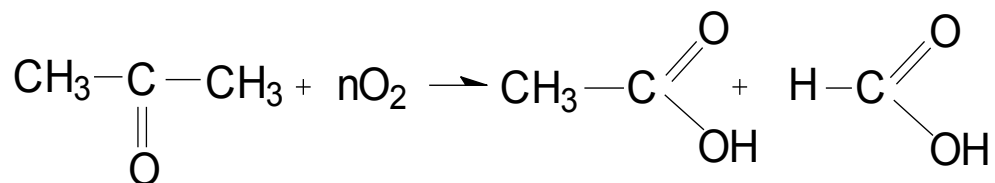


3. Реакции окисления

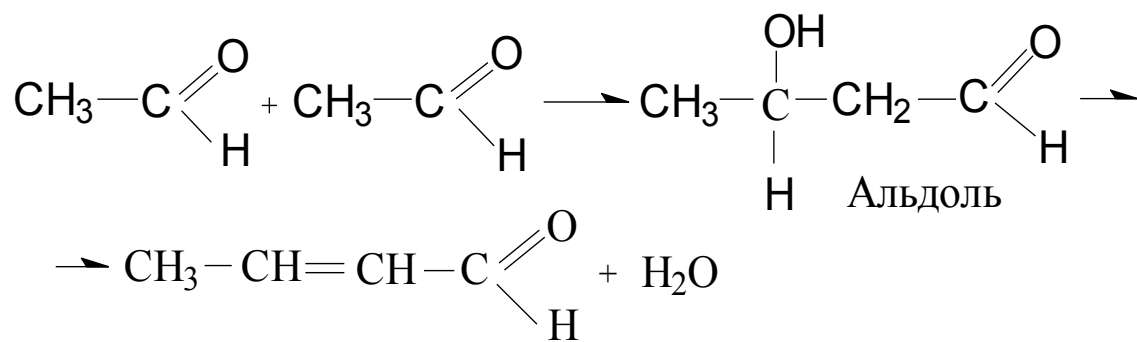
3.1. Реакция серебряного зеркала – качественная реакция на альдегиды



2. Окисление кетонов с разрывом C – C – связи.



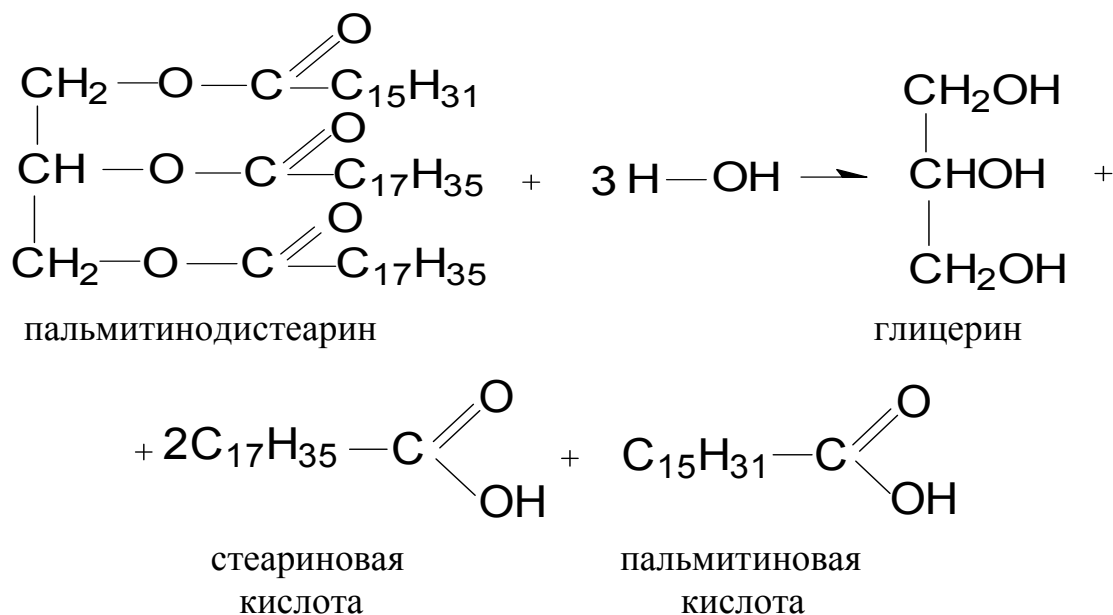
Альдольно-кетоновая конденсация



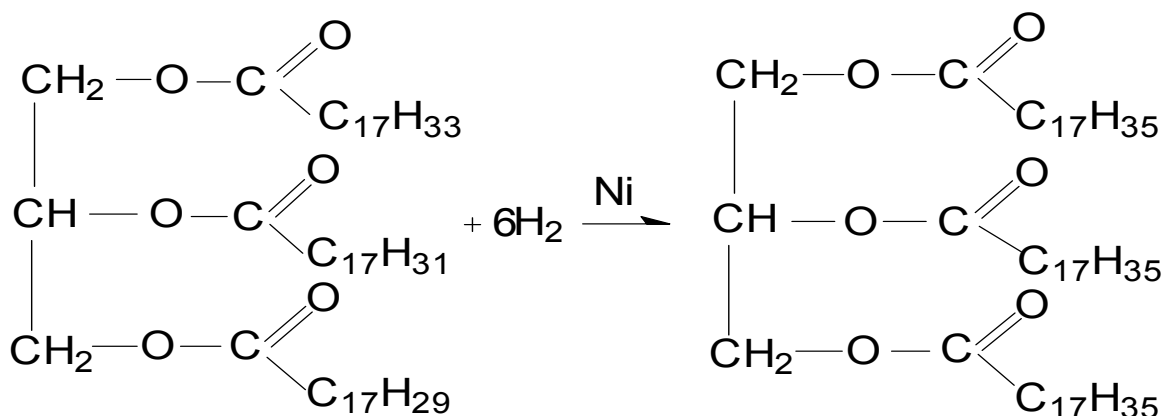
кетоновый альдегид

4.4. Жиры, мыла и детергенты

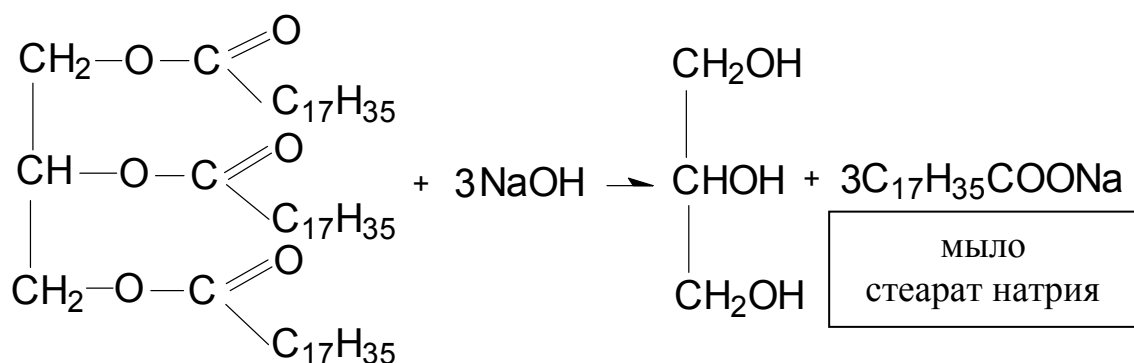
1. Гидролиз жира



2. Гидрогенизация жидких жиров



3. Омыление жиров



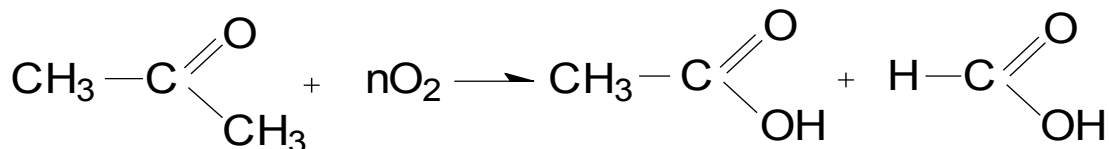
Твердое мыло – натриевая соль высшей жирной карбоновой кислоты.

Жидкое мыло – калиевая соль высшей жирной карбоновой кислоты.

4.5. Карбоновые кислоты и их производные

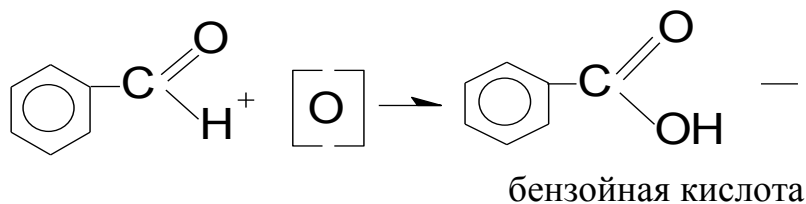
Способы получения:

1. Окисление кетонов

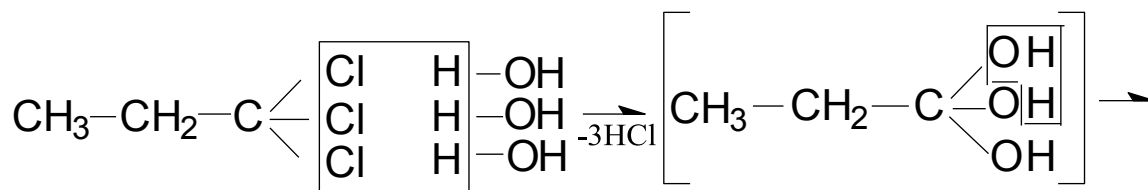


-окисление кетонов идет с разрывом связи C – C .

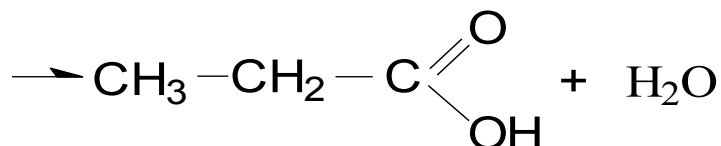
2. Окисление альдегидов



3. Гидролиз тригалогенпроизводных углеводородов

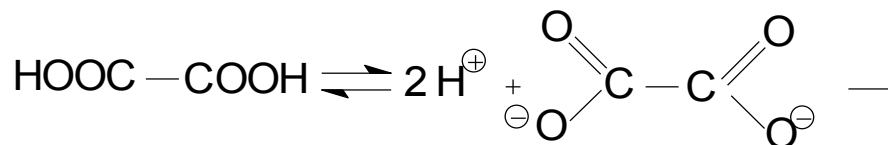


1,1,1-трихлорпропан

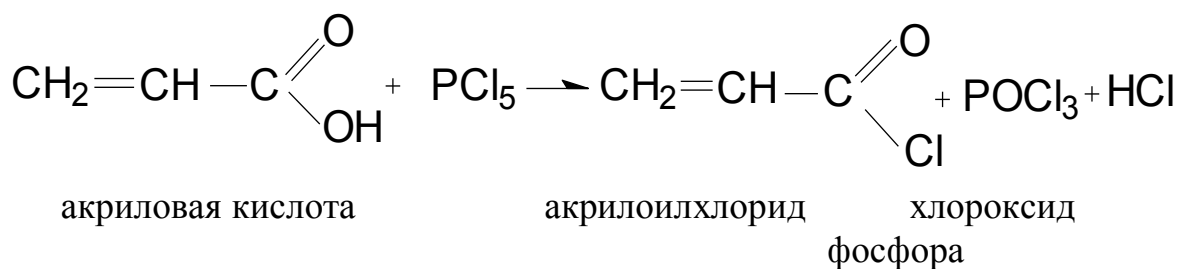


Химические свойства:

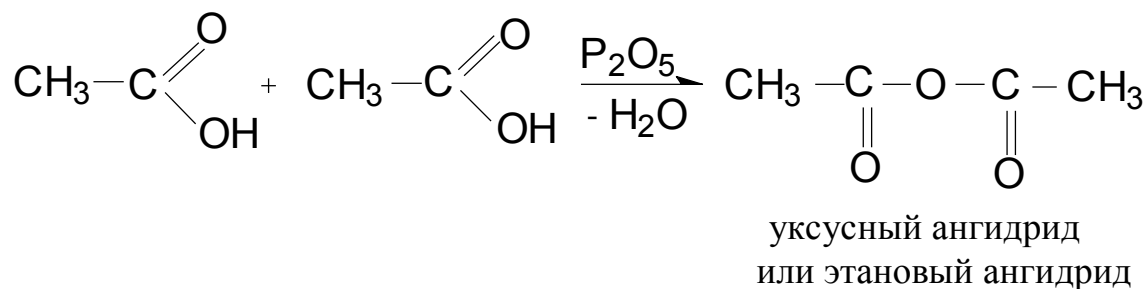
1. Электролитическая диссоциация



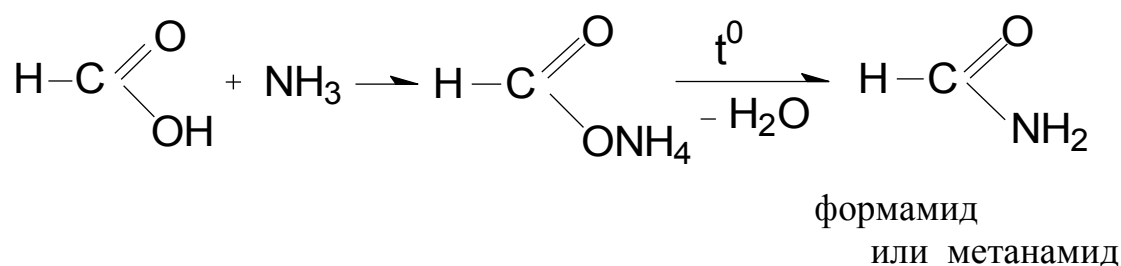
2. Получение галогенангидридов карбоновых кислот



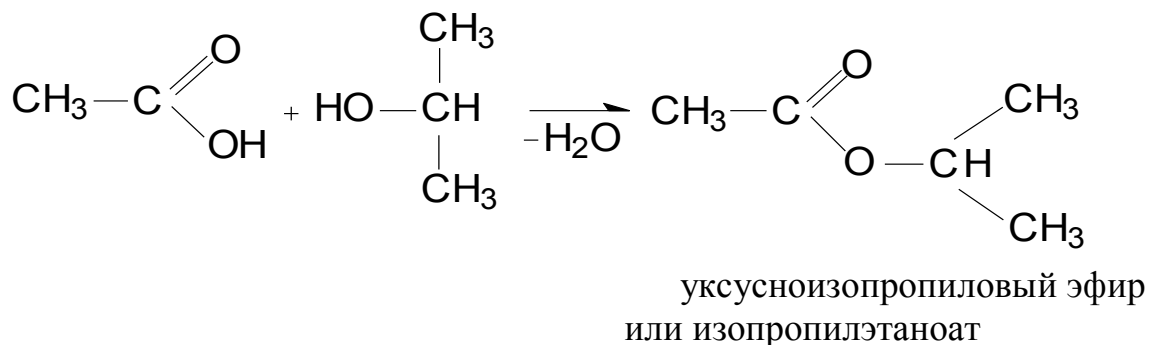
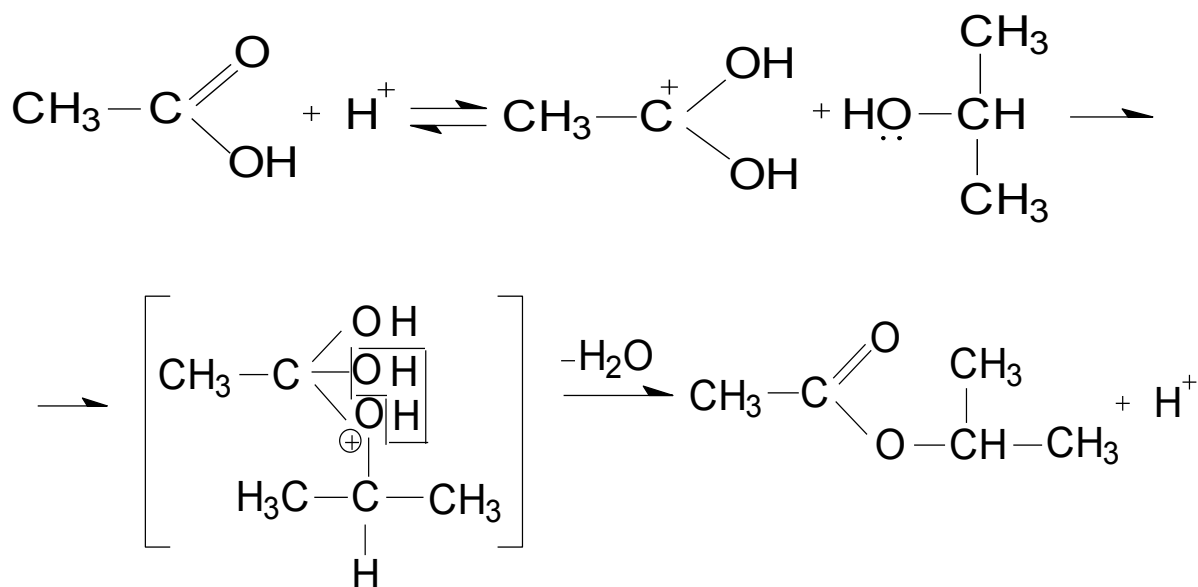
3.



4.



5.

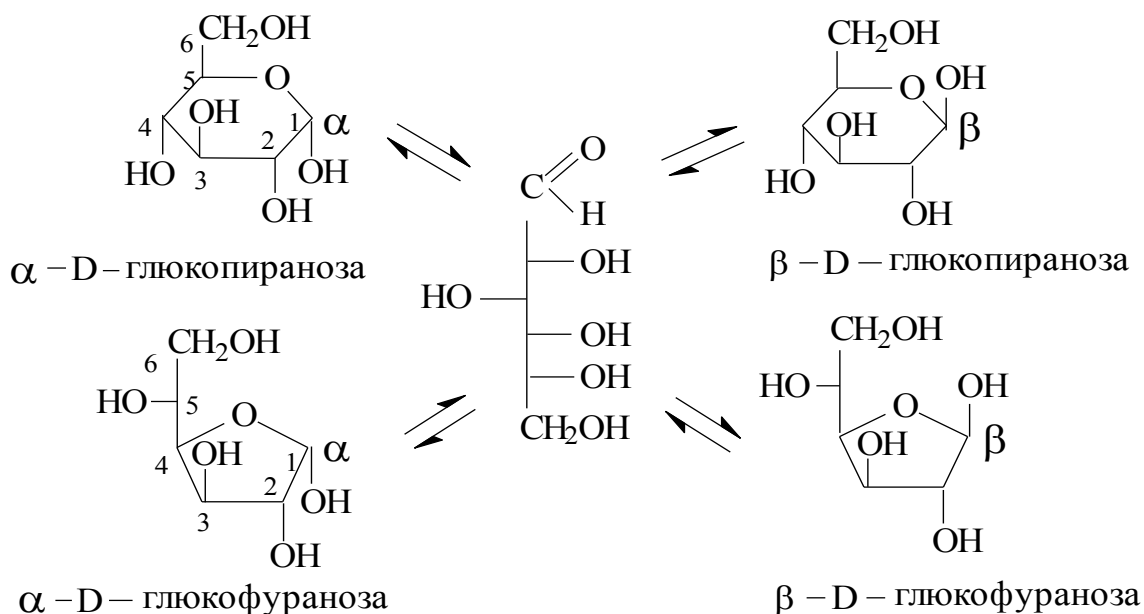
Механизм реакции этерификации (S_N)

Ароматические кислоты дают реакции карбоксильной группы и реакции кольца ориентируются в мета-положение.

4.6. Углеводы

Моносахариды

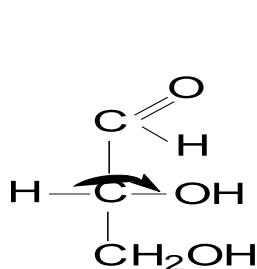
1. **Кольчато-цепная таутомерия** – явление существования моносахарида в растворе в виде двух изомерных формах – карбонильной и полуацетальной.



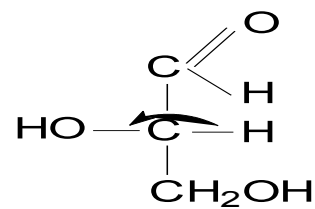
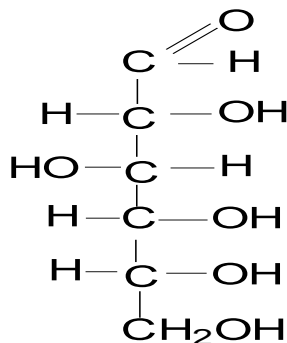
2. **Зеркальная или оптическая изомерия** – вид изомерии обусловленный наличием в молекуле асимметрических атомов углерода.

Асимметрический атом – это углерод, соединенный с четырьмя различными группами.

D – глюкоза имеет 4 асимметрических атома C; глюкопиранозы – 5. Буква D обозначает формальную принадлежность глюкозы к D-ряду, по признаку совпадения конфигурации H и OH у последнего асимметричного атома C с их конфигурацией в D-глицериновом альдегиде.



D – глицериновый альдегид
(вращает плоскополяризованный свет вправо)



L – глицериновой альдегид
(вращает плоскополяризованный свет влево).

Число изомеров $N=2^n$, где n – число асимметричных атомов углерода.

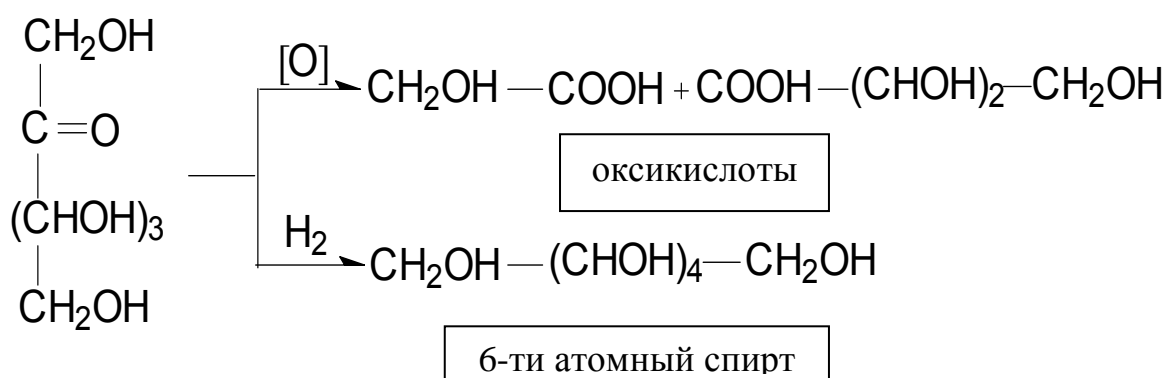
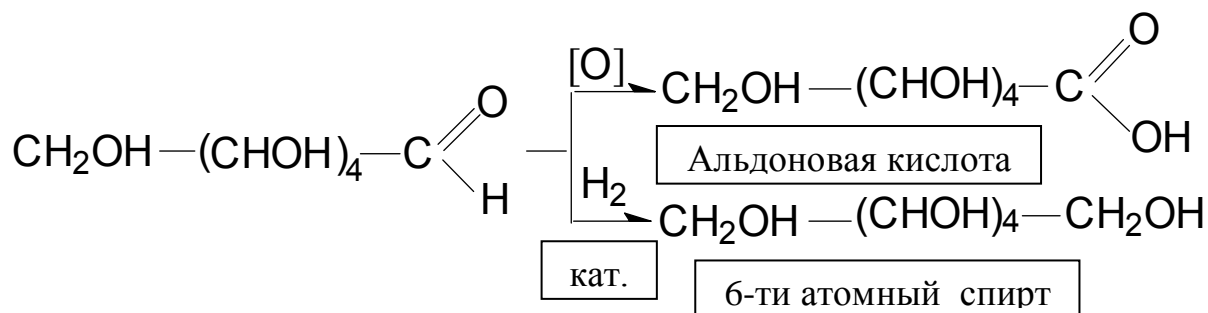
Зеркальные изомеры (D и L) – *антиподы*.

Пространственные изомеры, не являющиеся антиподами – *диастереоизомеры*, например, D-глюкоза и D-галактоза. Та циклическая форма, в которой гликозидный гидроксил расположен по одну сторону с гидроксильной группой, определяющей конфигурацию, называется α -формой, если наоборот – β -формой.

Химические свойства:

I. Карбонильных групп

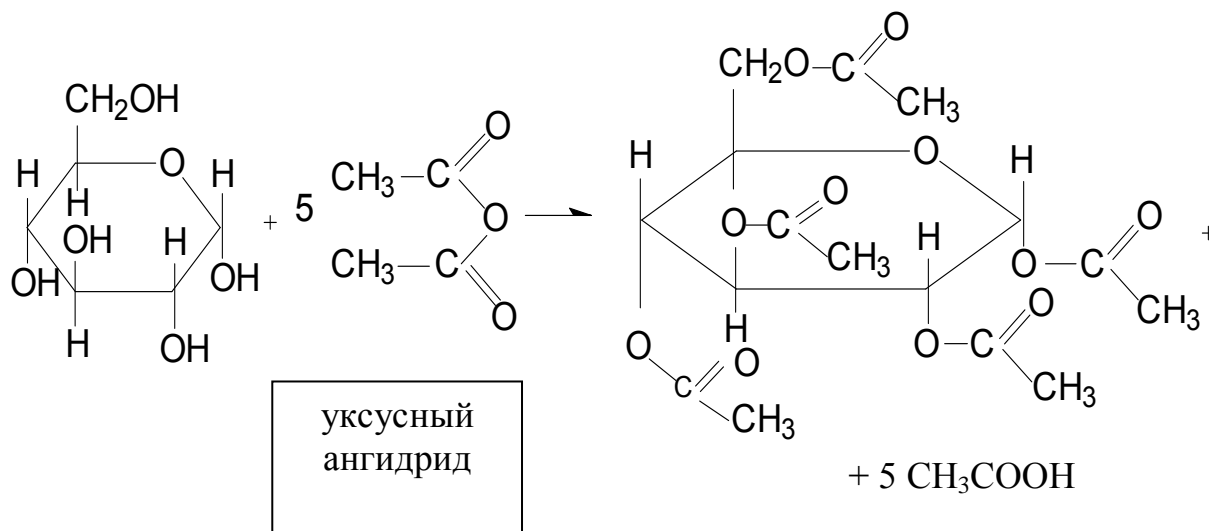
- окисление и восстановление



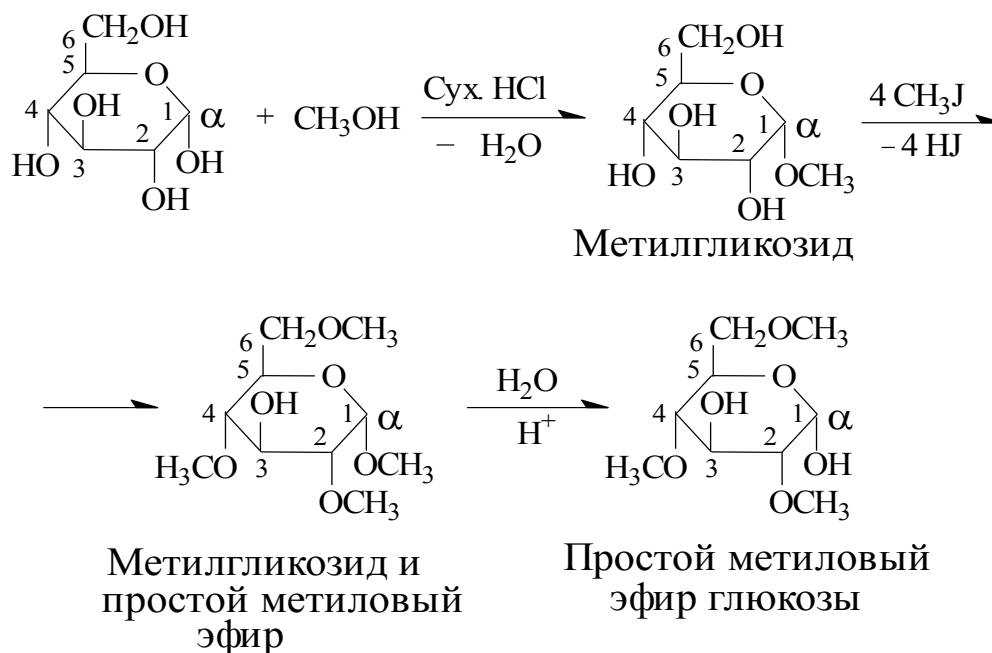
II. Спиртовых групп

а) с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – получение медного сахара.

б) с ангидридами кислот – получение сложного эфира



3. Гликозидных гидроксильных – получение гликозидов.



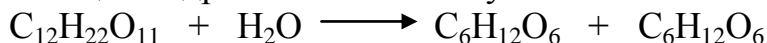
Их отличие в отношении реакции гидролиза.

Дисахариды

Дисахариды относятся к сложным углеводородам – олигосахаридам. В отличие от собственно полисахаридов они растворимы в воде и сладкие на вкус.

Их общая формула – $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Реакция гидролиза позволяет установить их состав



мальтоза

α -Д глюкоза

α -Д глюкоза

лактоза

α -Д глюкоза

β -Д галактоза

сахароза

α -Д глюкоза

β -Д фруктоза

тригалога

β -Д глюкоза

β -Д глюкоза

Дисахариды по своему отношению к специфическим окислителям (фелинговая жидкость) могут быть восстанавливающими и не восстанавливающими. Это свойство объясняется строением – типом связи остатков гексоз.

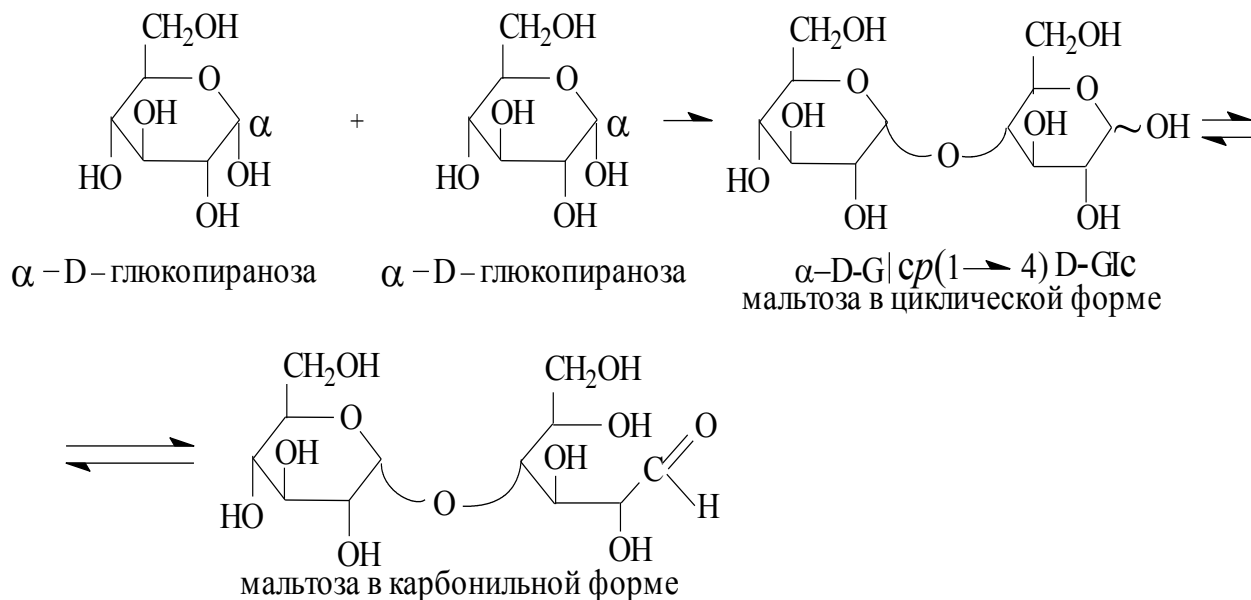
Строгая номенклатура олигосахаридов весьма громоздка, поэтому часто употребляются тривиальные названия для ди-, три- и полисахаридов, а также способы сокращенной записи структур, в которых моносахаридные остатки обозначаются тремя буквами, абсолютные конфигурации - буквами D или L, размер цикла буквами f (фураноза) или p (пираноза), конфигурации гликозидных центров - буквами α или β ; цифры в скобках обозначают положения гидроксильных групп, участвующих в межмономерной связи; направление гликозидной связи указывается стрел-

кой (знак ~ обозначает, что моносахарид может иметь α и β -конфигурацию).

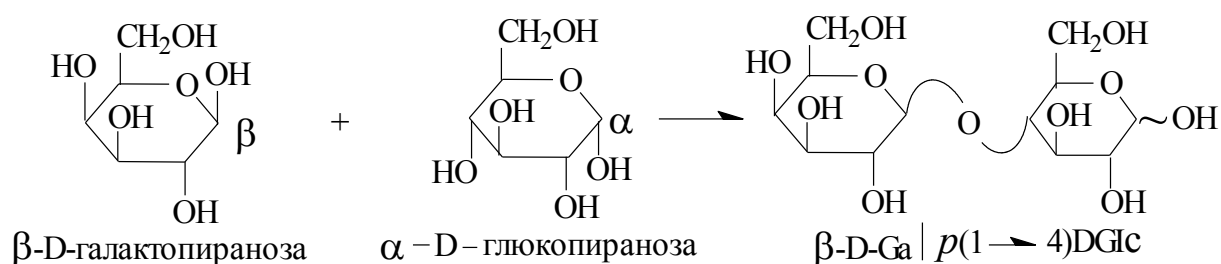
Существуют два типа связи: мальтозный и трегалозный.

Мальтозный тип связи:

Мальтоза – солодовый сахар (4-O- α -D-глюкопиранозил-D-глюкоза) - восстанавливающий дисахарид.



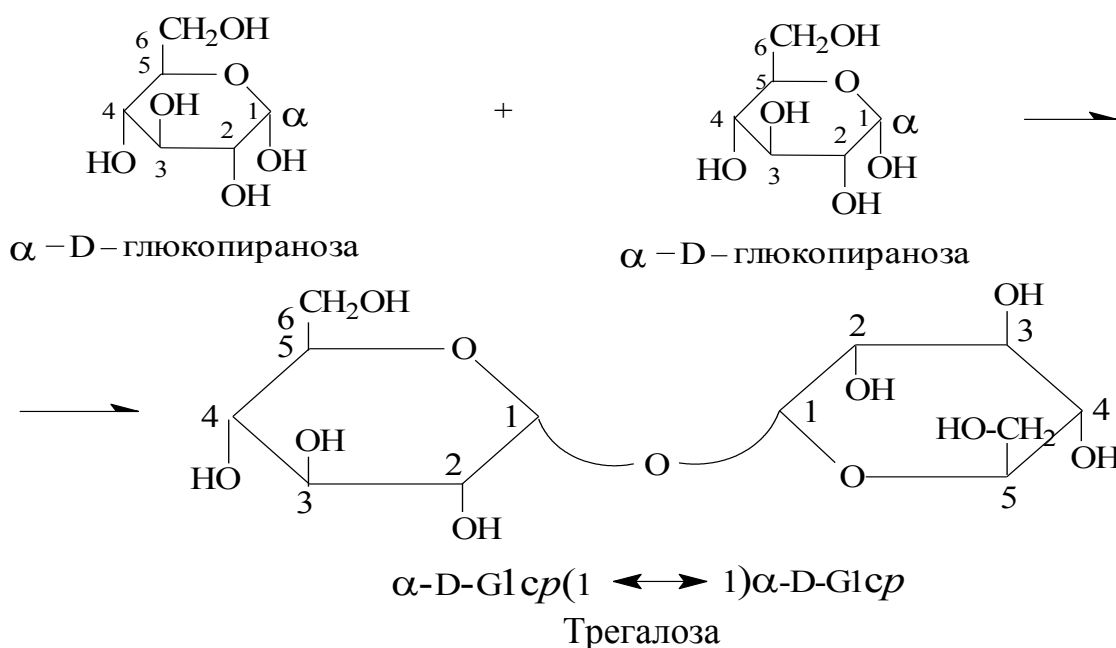
Лактоза – молочный сахар (4-O- β -D-галактопиранозил-D-глюкоза) - восстанавливающий дисахарид.



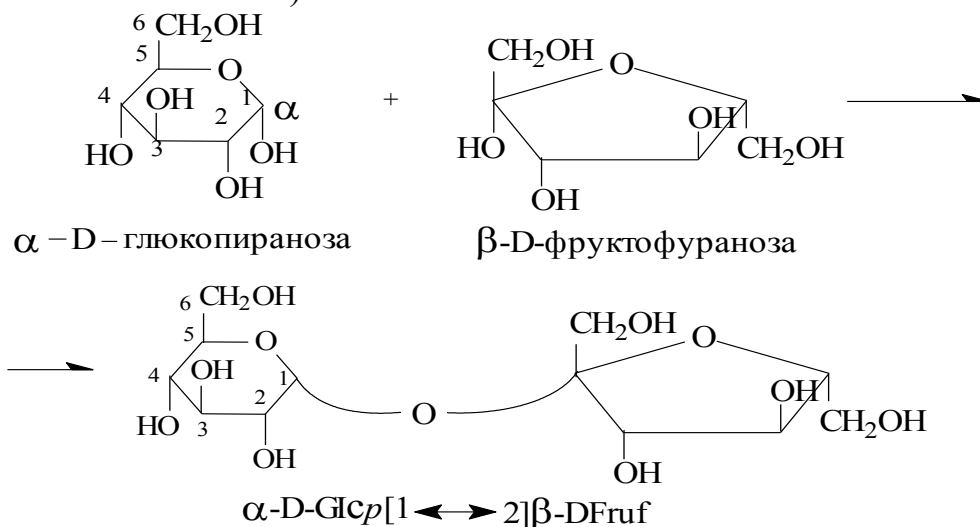
Мальтозный тип связи имеет лактоза, которая является β -D-галактозидо- α -D-глюкозой, поэтому она восстанавливает фелинговую жидкость.

Трегалозный тип связи:

Треголоза - грибной сахар (α -D-глюкопиранозил- α -D-глюкопиранозид)-невосстанавливающийся дисахарид



Сахароза – свекловичный сахар ($\alpha\text{-D-глюкопиранозил-}\beta\text{-D-фруктофуранозид}$). Сахароза имеет трегалозный тип связи (фелинговую жидкость не восстанавливает).



Все дисахариды являются гликозидами, в связи с этим они легко гидролизуются. Дисахариды обладают также свойствами многоатомных спиртов.

Перечисленные дисахариды являются продуктами питания, используются в пищевой и фармацевтической промышленности.

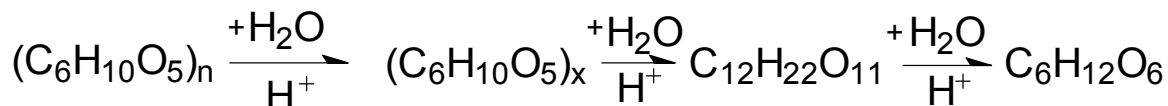
Полисахариды

Полисахариды – это сложные углеводороды, имеющие состав $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, где $n = 200 - 12000$.

К ним относятся крахмал, гликоген, клетчатка и др.

Крахмал представляет собой белый аморфный порошок, плохо растворимый в воде, дающий коллоидный раствор.

Гидролиз крахмала:



крахмал декстрины мальтоза глюкоза

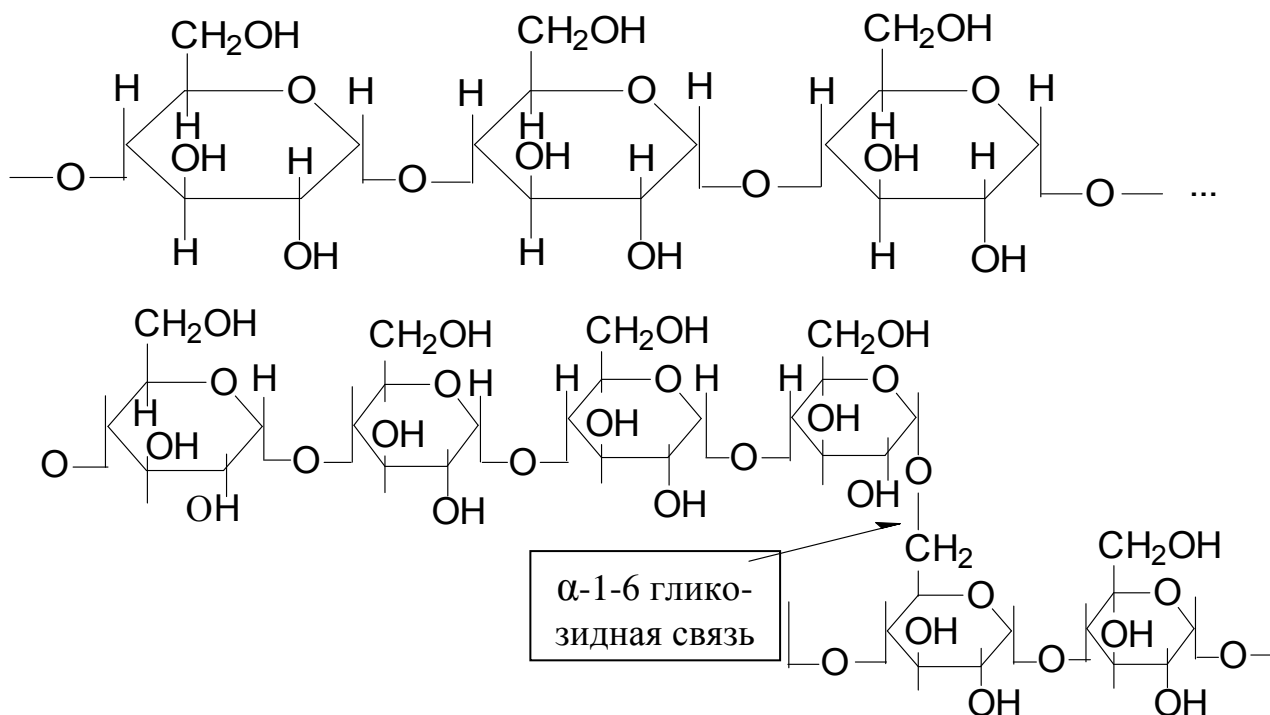
Декстрины растворимы в воде лучше, молекулярная масса их по мере гидролиза уменьшается.

В результате гидролиза получается D-глюкоза, что указывает на то, что остаток глюкозы является мономерным звеном, повторяющимся в макромолекуле крахмала n-раз. Связь между остатками глюкозы мальтозная (α -1-4гликозидная).

Крахмал неоднороден, любое крахмальное зерно состоит из амилозы и амилопектина, причем амилопектин преобладает.

Строение амилозы:

α -1-4 гликозидная связь, молекула имеет нитевидную структуру



Строение амилопектина:

В молекуле амилопектина кроме α -1-4 гликозидной связи, присутствует α -1-6 гликозидная связь. Молекула имеет слаборазветвленную структуру.

Крахмал обладает свойствами многоатомных спиртов.

Ценный пищевой продукт, применяется для производства глюкозы, клея.

Гликоген или животный крахмал $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ - белый порошок, дающий в воде коллоидный раствор. $n \approx 10\ 000\ 000$. При гидролизе дает D-глюкозу.

Является биополимером D-глюкозы. Молекулы сильно разветвленные и поэтому обладают почти шарообразной формой.

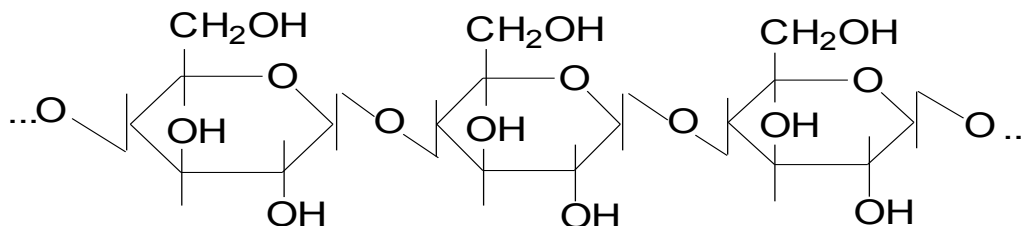
Гликоген имеет большое биологическое значение и содержится в печени и мышечной ткани животных и человека.

Клетчатка $(C_6H_{10}O_5)_n$. Бесцветное ватоподобное вещество практически ни в чем нерастворимое, обладает большой механической прочностью.

Содержится во всех растениях.

При гидролизе образуется D-глюкоза.

Особенность строения клетчатки – остатки D-глюкозы в β -форме.



Молекулы имеют нитевидную форму, практически неразветвленные.

Каждый остаток глюкозы имеет три свободных гидроксильных группы и дает сложные эфиры при обработке азотной кислотой или уксусным ангидридом. Эфиры клетчатки используются для получения пленок и искусственного волокна. Тринитроклетчатка используется для производства бездымного пороха.

Вопросы для самопроверки

1. Каким способом можно получить 2-хлорпропан? Напишите уравнения реакций.
2. Что такое тефлон? На чём основано его применение?
3. Что такое спирт? Какие бывают спирты в зависимости от количества гидроксильных групп?
4. Приведите примеры первичных, вторичных и третичных спиртов. Объясните, чем они отличаются друг от друга.
5. Напишите все изомеры двухатомных фенолов и уравнение реакции восстановления хинона в гидрохинон.
6. Назовите по номенклатуре IUPAC уксусный альдегид и ацетон.
7. Напишите уравнения реакций окисления пентанала и пентанона-3.
8. Напишите уравнения реакций образования сложного эфира из пропановой кислоты и пропанола-2.
9. Напишите уравнение реакции образования ангидрида янтарной кислоты.
10. Чем отличаются цис- и транс-изомеры бутен-2-овой кислоты? Каковы их тривиальные названия?
11. Напишите уравнения реакции гидрирования fumarовой кислоты.
12. Какие соединения называются оксикислотами и как они классифицируются?
13. Напишите уравнения реакций характерные для спиртовой группы молочной кислоты.

14. Напишите уравнения реакций характерные для оксо-группы пировиноградной кислоты.
15. Напишите уравнения реакций получения трипальмитилглицерина
16. Что такое гликозидный гидроксил? Какие реакции свойственны сахарам по этому гидроксилу?
17. Напишите формулы рибозы и дезоксирибозы в цепной и циклических формах.
18. Чем отличаются структурные формулы мальтозы и целлобиозы?
- ЛИТЕРАТУРА: главы 12-14, 16-21, с. 261-313, 330-484.

5. Азотосодержащие ароматические соединения

5.1. Амины

Амины рассматриваются как органические производные аммиака:

$R - NH_2$ – первичный амин, $R - NH - R'$ – вторичный, $R - N - R'$ – третичный.

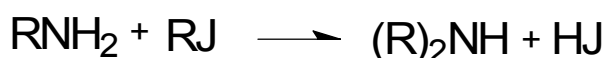


Амины жирного ряда

Получаются главным образом по реакции Гофмана:



первичный амин



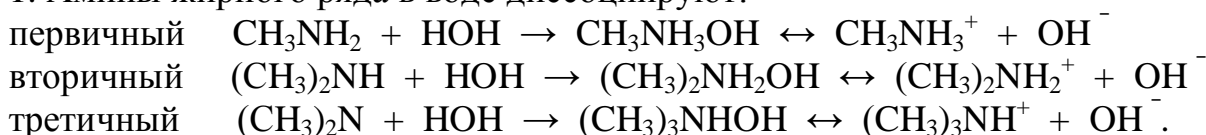
вторичный амин



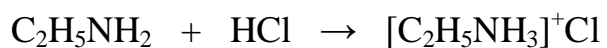
третичный амин

Химические свойства:

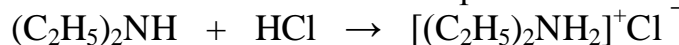
1. Амины жирного ряда в воде диссоциируют:



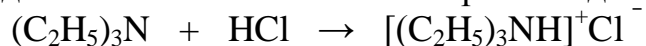
2. Амины дают соли с кислотами типа солей аммония:



этиламин хлористый этиламмоний

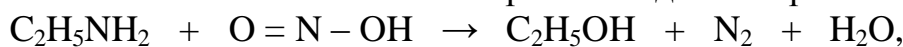


диэтиламин хлористый диэтиламмоний



триэтиламин хлористый триэтиламмоний.

3. Первичные, вторичные и третичные амины жирного ряда отличаются своим отношением к азотистой кислоте: первичный дает спирт

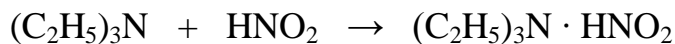


вторичный – нитрозодиалкиламин



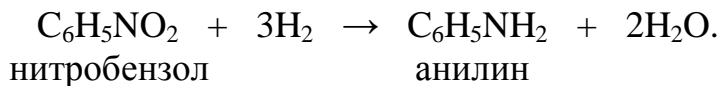
- H₂O нитрозодиэтиламин

а третичный не видоизменяется, а только дает нестойкую соль



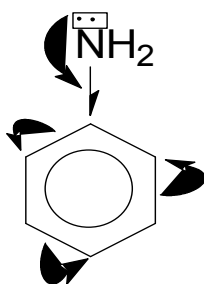
Амины ароматические: анилин – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, п-толуидин $\text{CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$, метиланилин – $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-CH}_3$, диметиланилин – $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$.

Первичные ароматические амины получают по реакции Н.Н.Зинина:

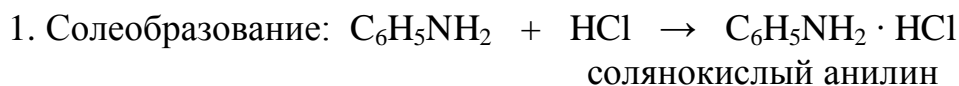


Химические свойства:

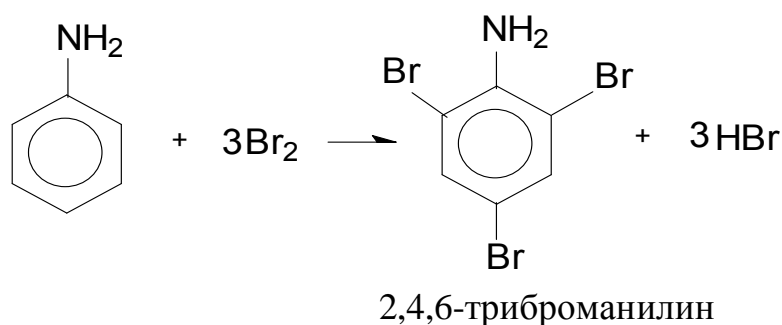
Амины ароматического ряда не диссоциируют в воде, что объясняется электронным сдвигом свободной пары на азоте:



Кольцо при этом обогащается электронной плотностью и активируется в реакциях электрофильного замещения, а азот становится менее основным.



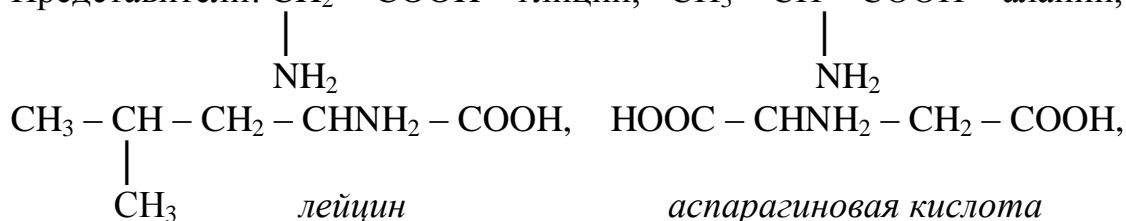
2. Реакция кольца (S_E)



5.2. Аминокислоты

$\begin{array}{l} \text{R} \\ \diagup \\ (\text{COOH})_n \\ \diagdown \\ (\text{NH}_2)_m \end{array}$
 α, β, γ изомеры – буквы греческого алфавита указывают взаимное положение функциональных групп. Биологически важные α -аминокислоты являются изомерами L-ряда (оптическая изомерия).

Представители: $\text{CH}_2 - \text{COOH}$ – глицин, $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$ – аланин,

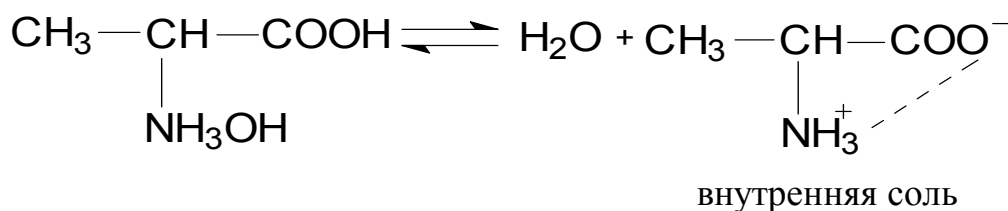


$\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CHNH}_2 - \text{COOH}$, $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CHNH}_2 - \text{COOH}$ и т.д.
лизин фенилаланин

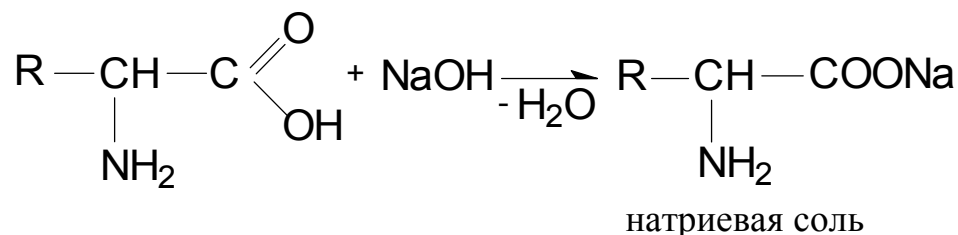
Получаются аминокислоты гидролизом белка, из галогенокислот и аммиака.

Химические свойства:

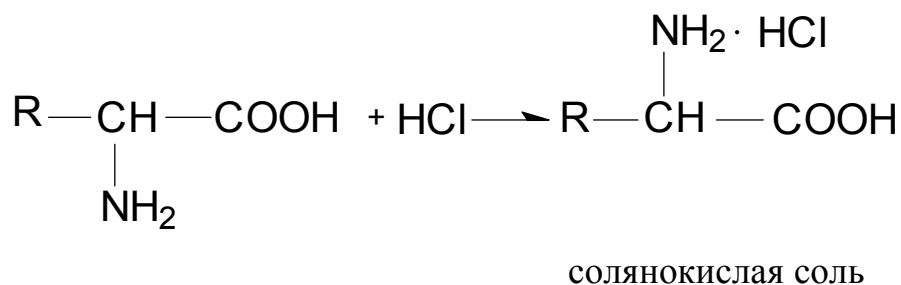
1. Электролитическая диссоциация



2. Солеобразование: а) по кислотной функции

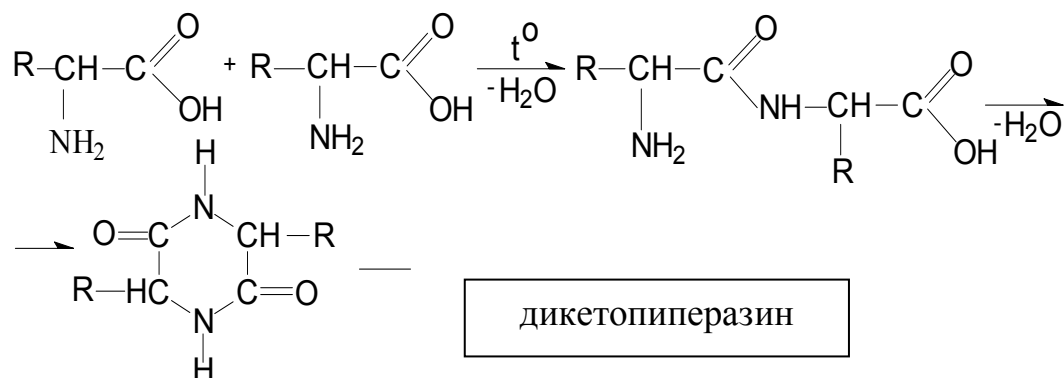


б) по основной функции

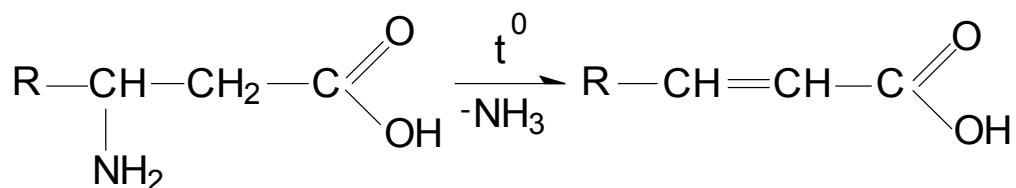


Возможны и другие реакции функциональных групп: получение сложных эфиров, химическое дезаминирование.

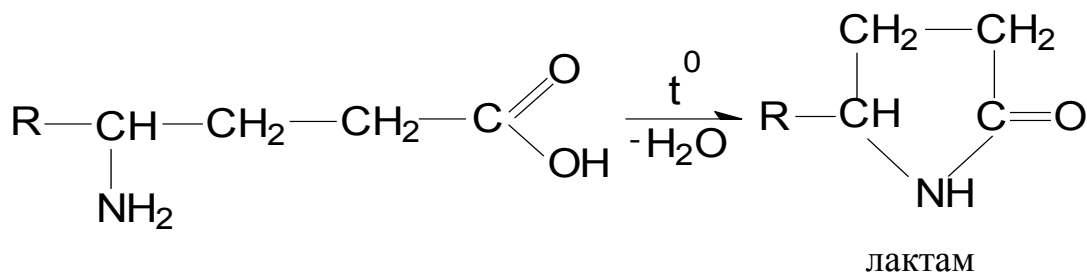
3. При нагревании α -аминокислоты дают дипептиды и дикетопиперазины:



При нагревании β -аминокислот получают α - β -непредельные кислоты:



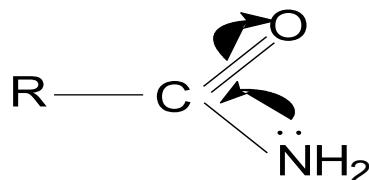
γ -аминокислоты при нагревании образуют лактамы:



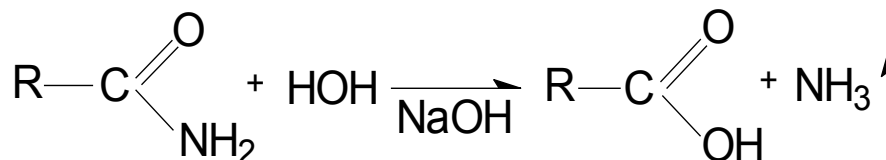
Лактамы образуют δ и ϵ аминокислоты.

5.3. Амиды кислот, мочевины

Амиды рассматриваются как производные кислот, они получают из хлорангидридов или ангидридов при действии аммиака.

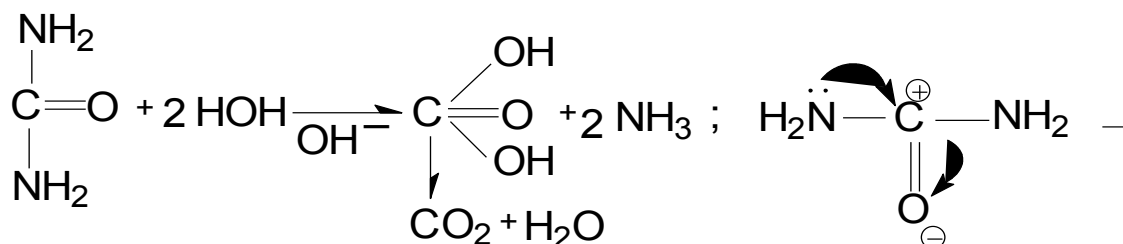


Основной реакцией на амиды следует считать реакцию гидролиза:

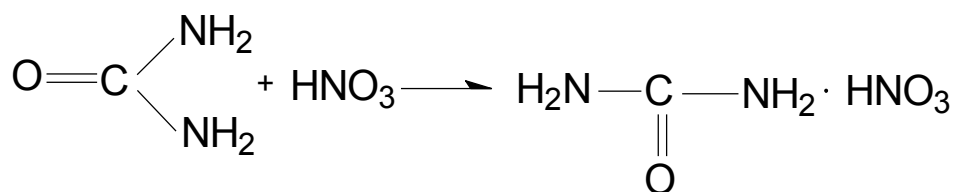


выделение аммиака свидетельствует о том, что исследуемое вещество – амид.

Мочевина – полный амид угольной кислоты:

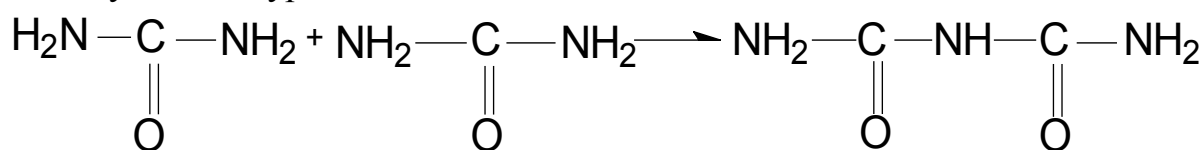


-особенность строения мочевины ведет к тому, что мочевина дает соли с одним эквивалентом некоторых сильных кислот, например, азотной:



нитрат мочевины

Получение биурета:



биурет

Цветная биуретовая реакция имеет большое значение для изучения строения белков.

Мочевина в промышленности получается из углекислого газа и NH_3 . Используется как удобрение, для получения мочевиноформальдегидных смол. Продукт белкового обмена млекопитающих животных.

Вопросы для самопроверки

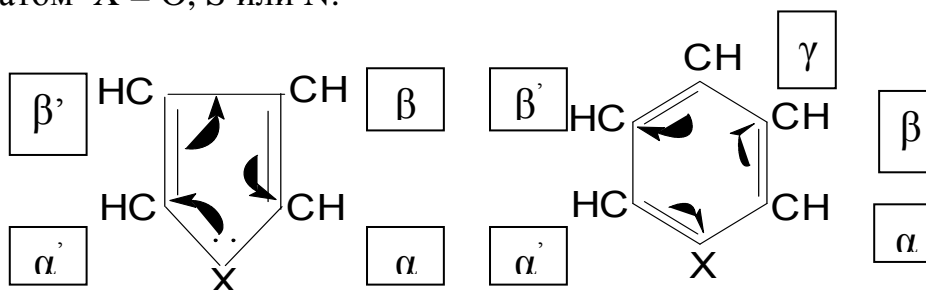
1. Что такое первичный, вторичный и третичный амин? Приведите примеры.
2. Почему амины обладают основными свойствами?
3. В чём различия химических свойств аминов алифатического и жирного ряда?
4. Какие соединения называются аминокислотами? Напишите формулы коллагина и холина, укажите их биологическую роль.
5. Напишите реакцию образования амида глутаминовой кислоты.
6. Как классифицируются аминокислоты в зависимости от характера углеводородного радикала, количества карбоксильных и амидных групп, входящих в молекулу аминокислоты?
7. Напишите уравнения электролитической диссоциации аланина. Объясните, почему аминокислоты обладают амфотерными свойствами?
8. Напишите уравнения реакций глутаминовой кислоты с HCl и KOH .
9. Какие соединения называются полипептидами?
10. Напишите уравнение реакции получения из серина, аланина и цистеина.
11. Классификация белков. Какие белки называются простыми, сложными, полноценными, неполноценными?

ЛИТЕРАТУРА: 1. главы 15, 22, с. 314-329, 484-515.

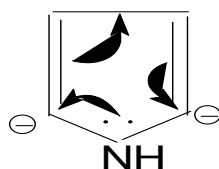
Глава 6. Гетероциклические соединения и нуклеиновые кислоты

6.1. Гетероциклические соединения

Гетероатом $X = O, S$ или N .



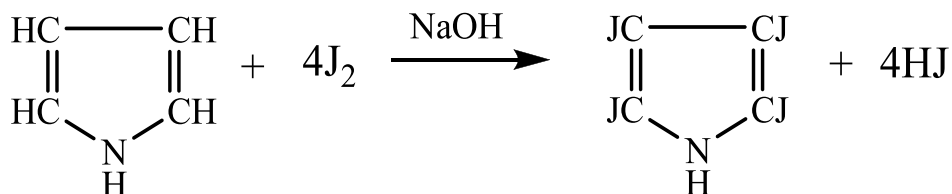
Пятичленные гетероциклы



пиррол

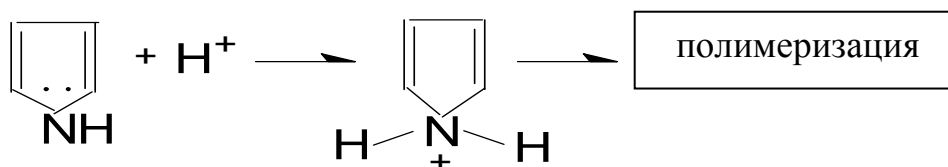
Ароматичность реакции электрофильного замещения.

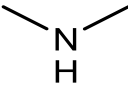
Взаимодействие с галогенами, в том числе с J_2 в щелочной среде:

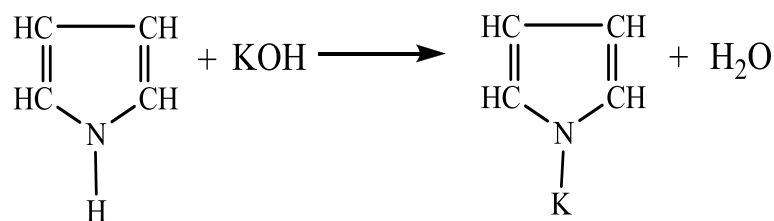


тетрайодпиррол

Нитрование и сульфирование не идет, т.к. в кислой среде пиррол теряет ароматичность и осмоляется:

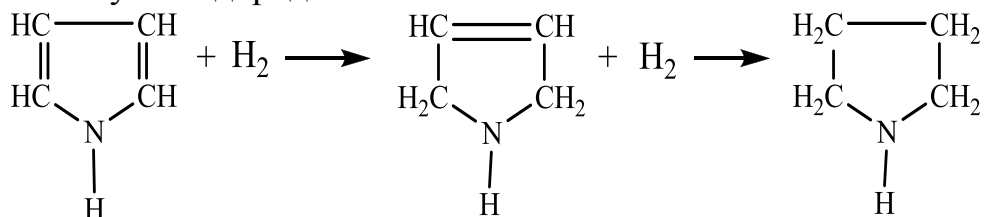


Основность: Пиррол содержит группу , поэтому его можно рассматривать как вторичный амин. Однако, распределение электронной плотности в молекуле приводит к тому, что пиррол проявляет кислотные свойства:



Пиррол-калий

Диеновый характер проявляется у пиррола в реакции восстановления, первая молекула водорода присоединяется в положении 1-4, как у сопряженных диеновых углеводородов:



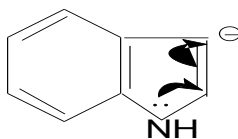
пиррол

пирролин

пирролидин

Пирролин и пирролидин обладают основными свойствами и дают соли с кислотами. Система из четырех колец пиррола образует основу гема (гемоглобина) и хлорофилла.

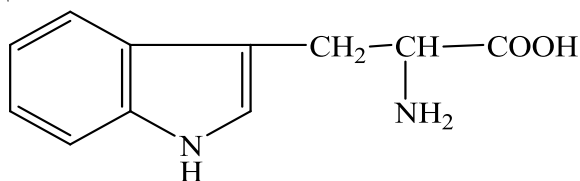
Индол



В реакциях электрофильного замещения в первую очередь замещается водород в β -положении.

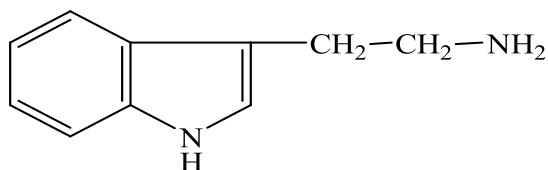
Восстанавливается легче кольцо пиррола, водород присоединяется в положения α и β .

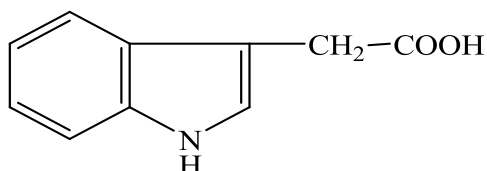
Производные индола имеют большое биологическое значение:



триптофан – незаменимая аминокислота

Биогенный амин-серотонин, необходимый для нормальной деятельности головного мозга





гетероауксин – ростовое вещество, применяемое для укоренения черенков.

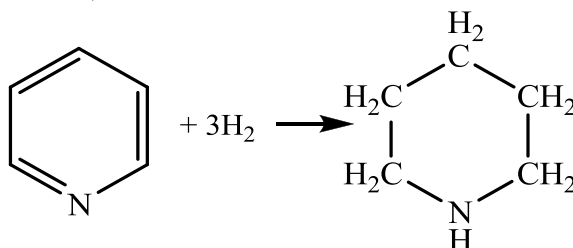
Шестичленные гетероциклы



Пиридин

Ароматичность пиридина понижена, т.к. электронная плотность смещается к гетероатому – азоту. Реакции галогирования, нитрования, сульфирования протекают в более жестких условиях (при высоких температурах и концентрациях) в β -положении.

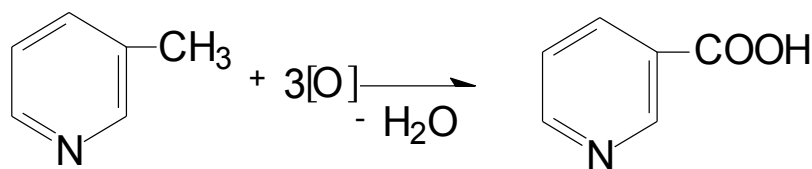
Восстанавливается пиридин водородом в момент выделения с образованием пиперидина, являющегося сильным основанием:



пиридин

пиперидин

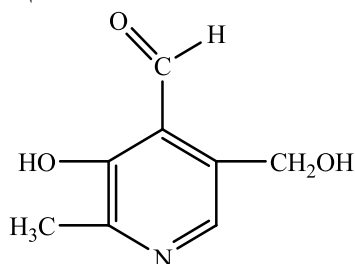
Окисляются гомологи пиридина как и гомологи бензола до соответствующих кислот:



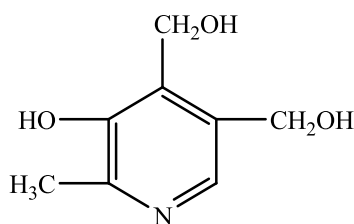
никотиновая кислота

Основные свойства у пиридина снижены, потому что гетероатом – азот находится в состоянии sp^2 гибридизации. Пиридин дает соли с сильными кислотами, например, солянокислый пиридин $C_5H_5N \cdot HCl$.

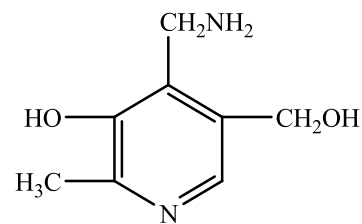
Производные пиридина имеют большое биологическое значение: витамин PP – амид никотиновой кислоты, витамин B₆, который состоит из трех веществ:



пиридоксаль



пиридоксин

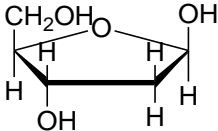
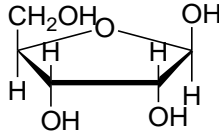
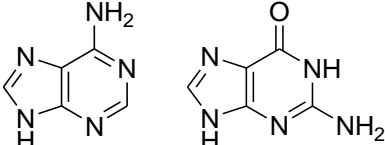
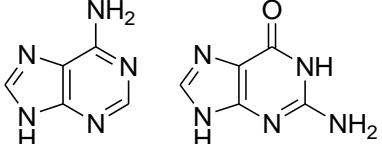
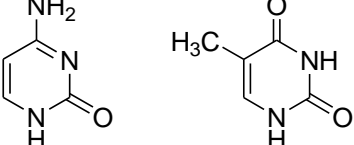
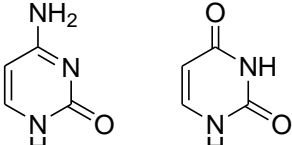


пиридоксамин

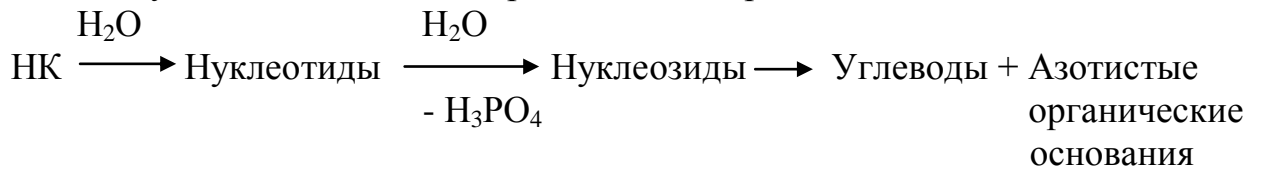
6.2. Нуклеиновые кислоты и коферменты

Таблица 8

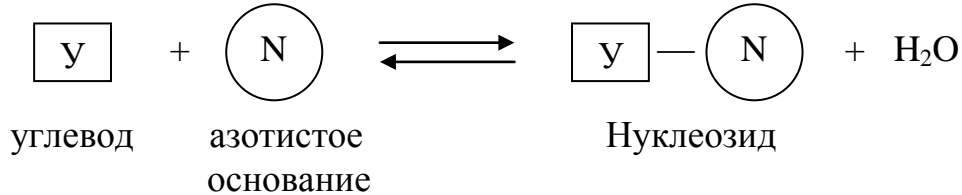
Типы нуклеиновых кислот

Признаки сравнения	Дизоксирибонуклеиновая Кислота (ДНК)	Рибонуклеиновая Кислота (РНК)
Строение	1. Содержит остатки β -D-дезоксирибозы 	1. Содержит остатки β -D-рибозы 
	2. Содержит остатки пуриновых азотистых оснований  Аденин Гуанин	2. Содержит остатки пуриновых азотистых оснований  Аденин Гуанин
	 Цитозин Тимин	 Цитозин Урацил
	3. остатки ортофосфорной кислоты	3. остатки ортофосфорной кислоты
Вторичная структура	Образует двуцепочечную полинуклеотидную спираль	Образует одноцепочечную полинуклеотидную спираль
Биологическая роль	Хранение и передача наследственной информации	1. и-РНК (информационная РНК) – копирует генетическую информацию с ДНК, 2. т-РНК (транспортная РНК) – переносит аминокислоты к месту синтеза белка (рибосомы). 3. р-РНК (рибосомальная РНК) – участвует в синтезе белка (входит в состав рибосомы).

Состав нуклеиновых кислот определен их гидролизом:

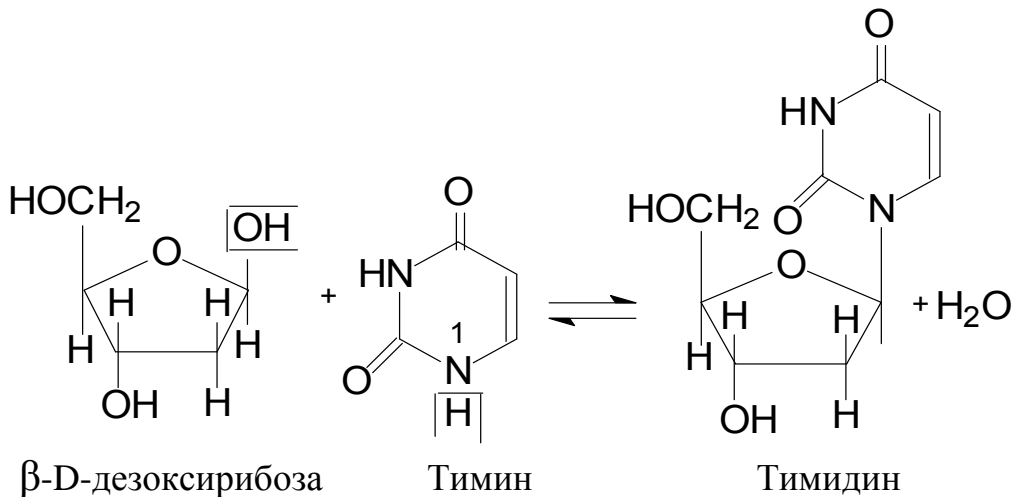
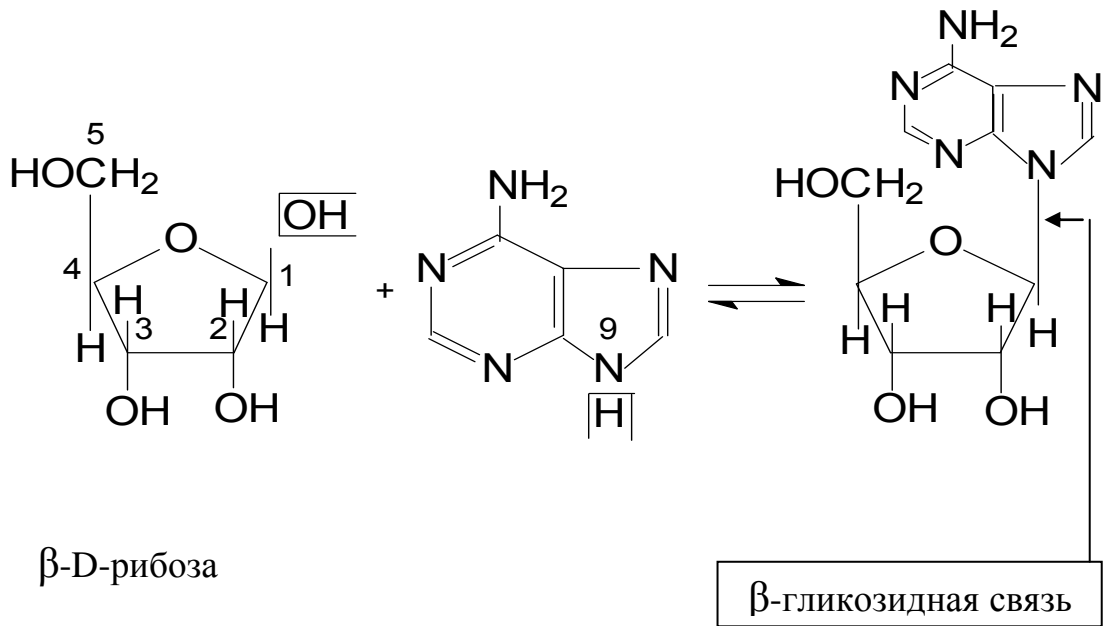


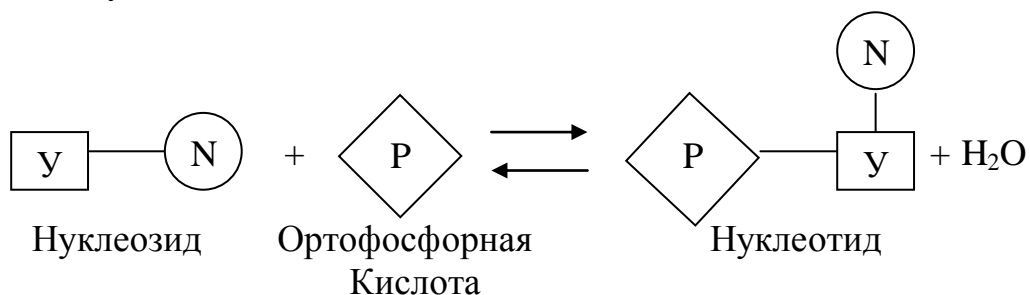
Образование нуклеозидов:



В нуклеозиде возникает β -гликозидная связь между атомами C_1 углевода и N_9 – пуриновых или N_1 – пиримидиновых оснований.

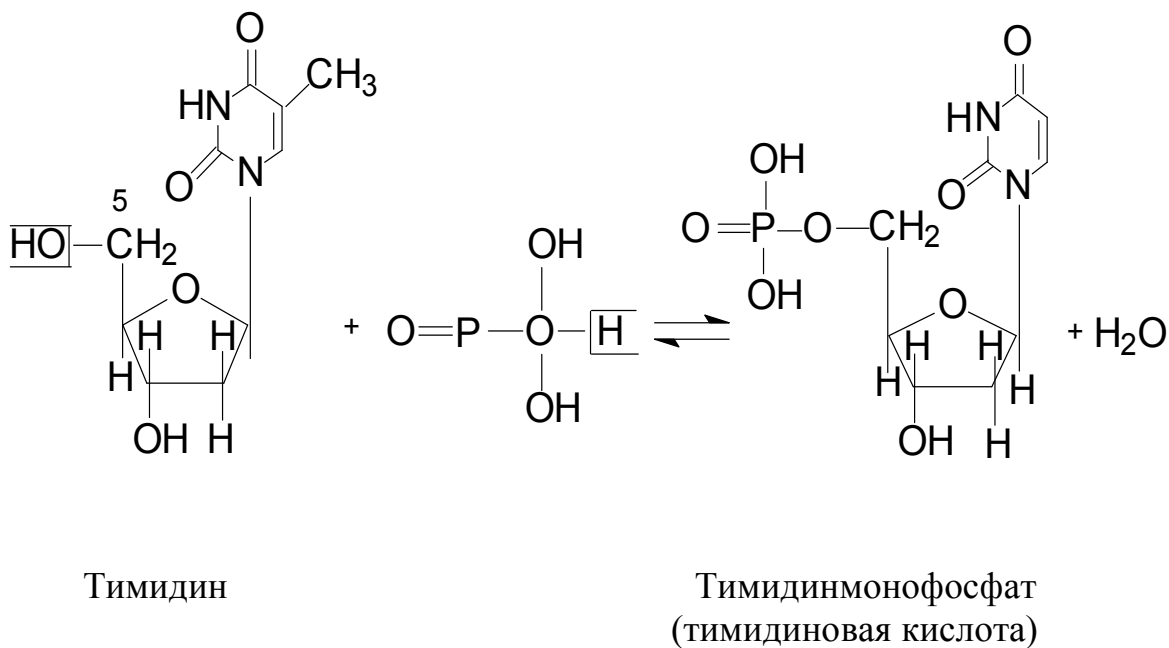
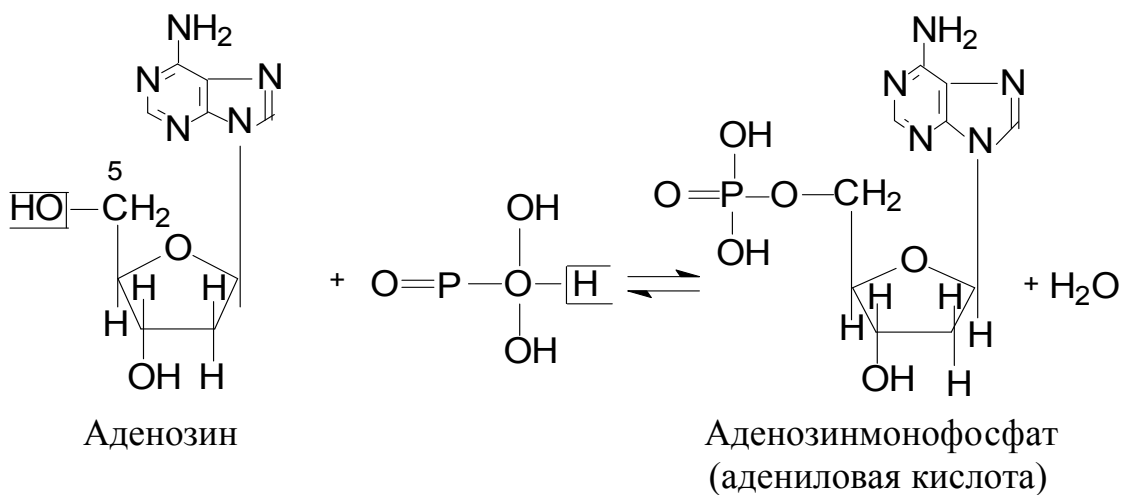
Примеры:



Образование нуклеотидов:

Нуклеотид – фосфат нуклеозида (сложный эфир H_3PO_4 и нуклеозида), в этерификации участвуют гидроксильные группы C_3 или C_5 углерода.

Примеры:

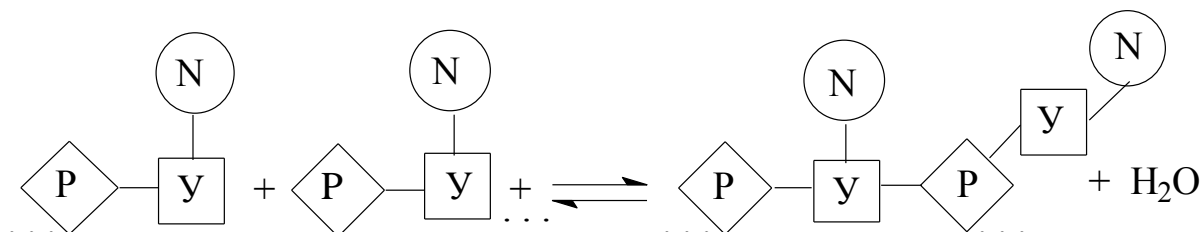


Нуклеозиды и нуклеотиды

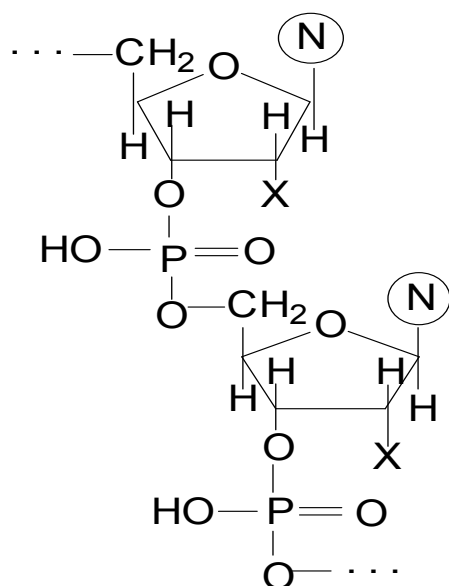
Таблица 9

Азотистое основание	Углеводный остаток	Название нуклеозида	Название нуклеотида
Аденин	Рибоза	Аденозин	Адениловая кислота
	Дезоксирибоза	Дезоксиаденозин	Дезоксиадениловая кислота
Гуанин	Рибоза	Гуанозин	Гуаниловая кислота
	Дезоксирибоза	Дезоксигуанозин	Дезоксигуаниловая кислота
Цитозин	Рибоза	Цитидин	Цитидиловая кислота
	Дезоксирибоза	Дезоксицитидин	Дезоксицитидиловая кислота
Урацил	Рибоза	Уридин	Уридиловая кислота
Тимин	Дезоксирибоза	Тимидин	Тимидиловая кислота

Образование полинуклеотидов



Фрагмент первичной структуры нуклеиновых кислот (полинуклеотида)

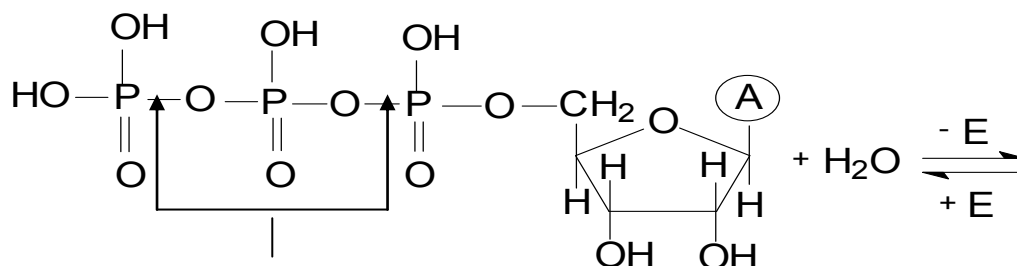


X = OH или H

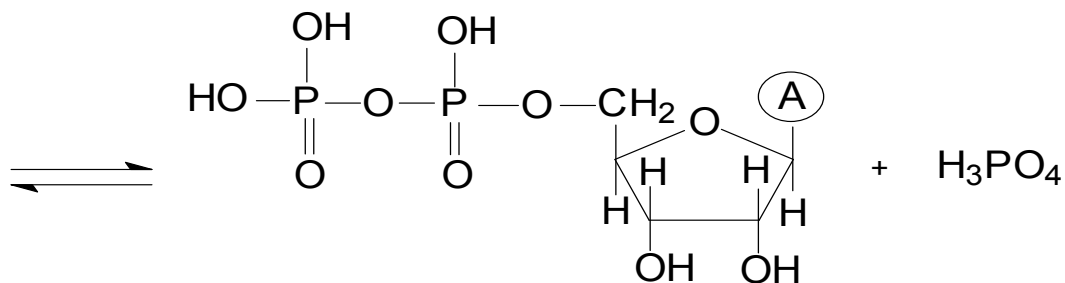
Вторичная структура РНК – спираль, ДНК – двойная спираль, состоящая из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси. Полинуклеотидные цепи удерживаются водородными связями между азотистыми основаниями
 А = Т, Г ≡ Ц.

Коферменты – небелковые группы ферментов, нуклеотиды.

1. **АТФ** – аденозинтрифосфат участвует в энергообмене клетки.

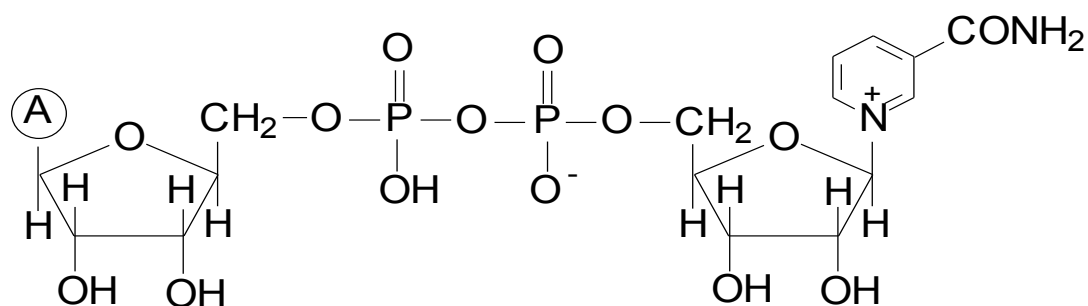


Макроэнергетические связи

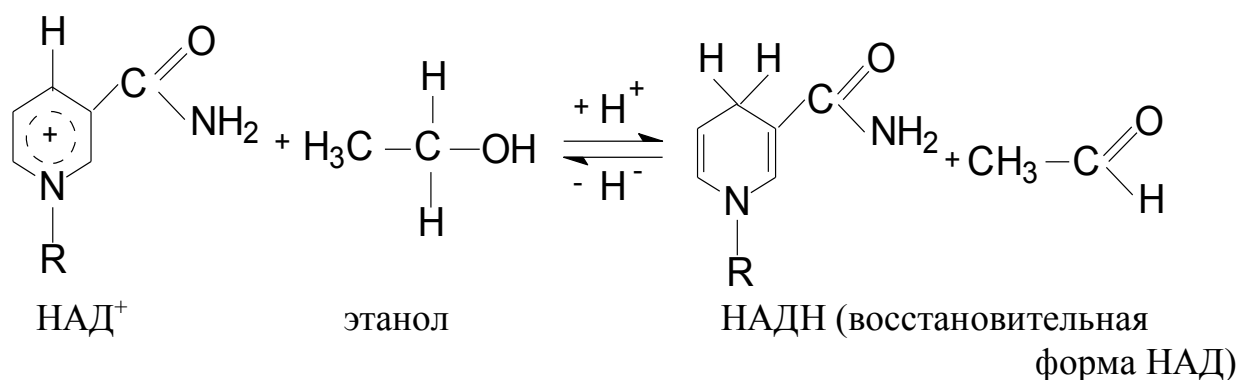


АДФ (аденозиндифосфат)

2. НАД (никотинадениндинуклеотид)



НАД катализирует окислительно-восстановительные процессы в живых организмах.



Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения называются гетероциклическими? Приведите примеры.
2. В чём выразится ароматичность гетероциклических соединений?
3. Напишите формулы гетероциклов входящих в состав аминокислот.
4. Биологическая роль пурина и пиримидина.
5. Чем отличаются нуклеотиды от нуклеозидов?
6. Какие азотистые основания входят в состав нуклеотидов ДНК и РНК?
7. Какие пентозы входят в состав ДНК и РНК?

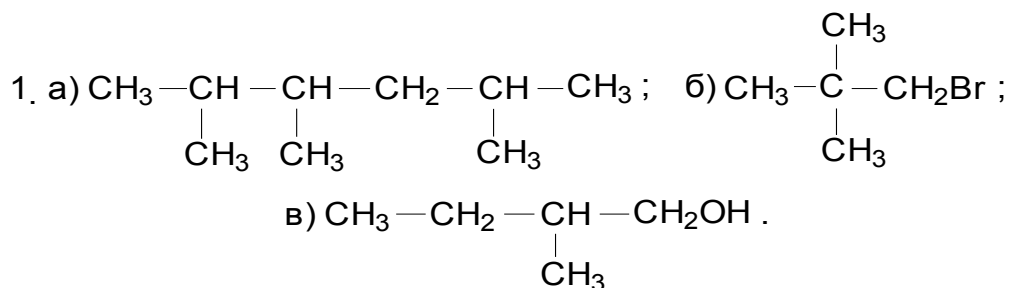
ЛИТЕРАТУРА: 1, Главы 23, 25, с. 516-545, 552-568.

Глава 7. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

7.1. Номенклатура и изомерия органических соединений

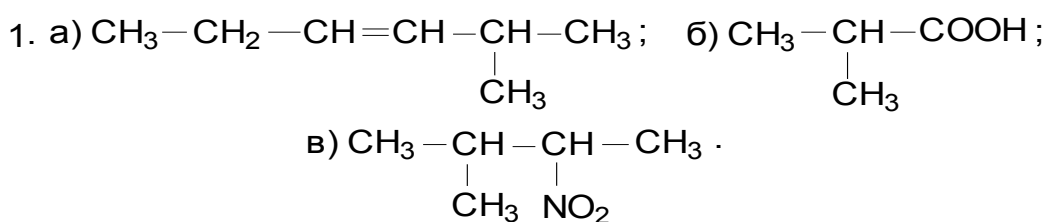
1. Назвать следующие соединения
2. Составить формулы следующих соединений..... по их названиям.
3. Вывести все возможные изомеры соединения и назвать их.

Вариант 1



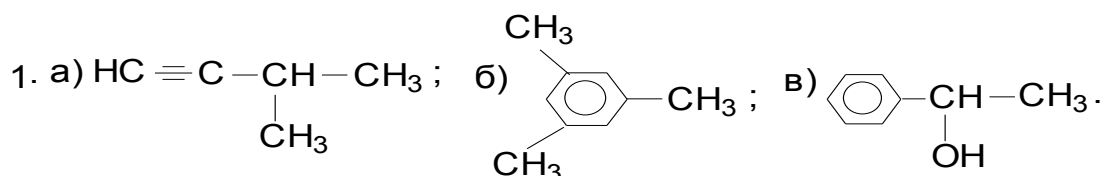
2. а) 2,7-Диметилоктин-3; б) 2-метилпентаналь; в) втор-бутиламин.
3. C_6H_{14} .

Вариант 2



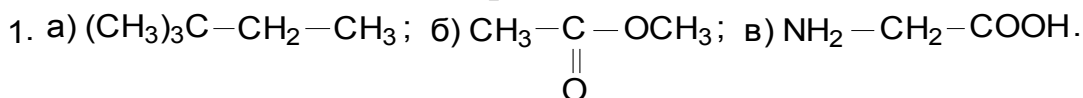
2. а) 3-Метил-3-этилпентан; б) изобутиловый спирт; в) изопропил-амин.
3. Изомерный диеновый углеводород C_5H_8 . Обратить внимание на цис- транс- изомерию.

Вариант 3



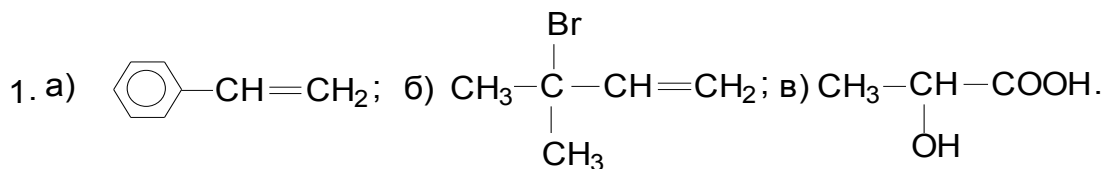
2. а) 2-Метил-4-изопропилгептан; б) 2,4-диметилпентановая кислота;
в) этил-бутиловый эфир.
3. C_8H_{18} .

Вариант 4



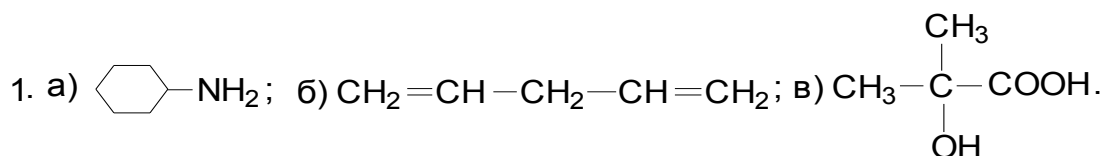
2. а) 2-Нитро-3,3-диметилпентан; б) хлорбензол; в) 2,2-диметилпентан.
3. Ароматический углеводород C_8H_{10} .

Вариант 5



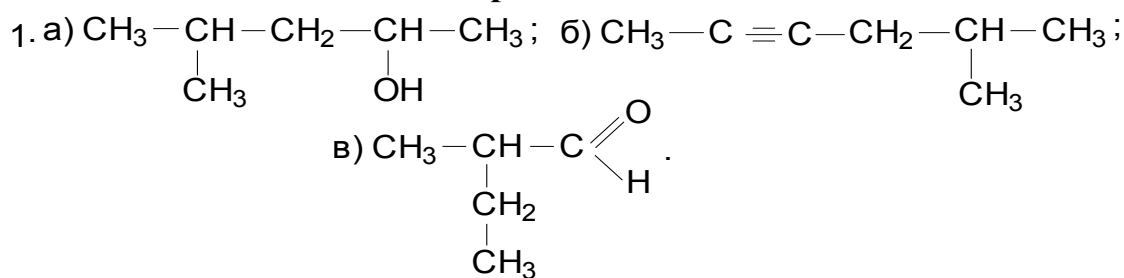
2. а) 2,4-Гексадиен; б) 3,3-диметилбутановая кислота; в) 4-нитро-2-пентен.
3. 2,3-Бутандиол. Обратить внимание на оптическую изомерию.

Вариант 6



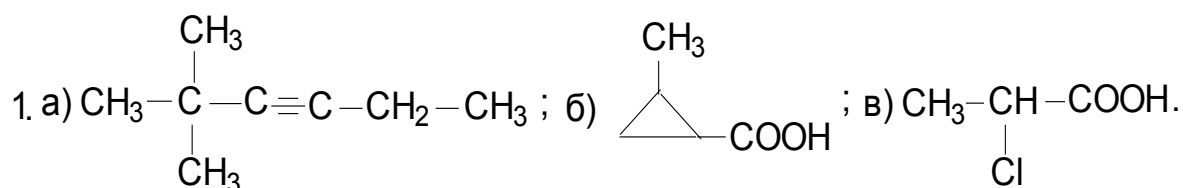
2. а) 2,2,4-Триметил-3-пентен; б) 2,7-диметил-3-октин; в) изопропил-амин.
3. 2-Аминопропановая кислота. Обратить внимание на оптическую изомерию.

Вариант 7




2. а) 2,3-Дибром-2-метилпентан; б) 2,5,5-триметил-3-гексин; в) метилизопропиловый эфир.
3. C_6H_{12} .

Вариант 8



2. а) 2-Нитробутан; б) 2-метил-1,4-гексадиен; в) этилфенилкетон.
3. $C_5H_{12}O$.



Вариант 9

1. а) $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$; б)  C_2H_5 ; в) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_3$.
2. а) 2-Метил-3-гексен; б) циклопентиламин; в) метилпропилкетон.
3. $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$.


Вариант 10

1. а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHBr}_2$; б) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$;
в) $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$.
2. а) 2,5-Диметил-1,5-гексадиен; б) 1,2-диметилциклобутан; в) 2-бром-фенол.
3. Соединение ароматического ряда $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$.



Вариант 11

1. а)  $-\text{CO}-\text{C}_2\text{H}_5$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$;
в)  $-\text{NH}_2$.
2. а) 2,3-Диметил-1,3-бутадиен; б) 1-гексен; в) 2-метилпропановая кислота.
3. $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

Вариант 12

1. а) $\text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$; б) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$;
в)  $-\text{NH}_2$.
2. а) 1,2-Диметилциклогексан; б) изопропилбензол; в) 3-метилгептаналь.
3. Циклоалканы C_6H_{12} с шести-, пяти-, четырех- и трехчленными кольцами.

Вариант 13

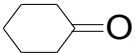
1. а) $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$; б)  $-\text{CH}_2\text{OH}$; в)  $-\text{NH}_2$.
2. а) 3-Этилциклогексен-1; б) 2-аминопентановая кислота; в) пропаналь.
3. C_6H_{14} .

Вариант 14

1. а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$; в) $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5$.
2. а) 2,2-Диметил-3-гексен; б) 1-хлор-3-метилбутан; в) изопропиламин.

3. C_4H_8 . Обратить внимание на цис-транс-изомерию.

Вариант 15

1. а) ; б) $CH_3-CH_2-\underset{\text{Br}}{\underset{|}{CH}}-CH_3$; в) $CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}}=CH-COOH$.

2. а) 4-Метил-1-пентен; б) 3-хлорпропановая кислота; в) циклогексанол.

3. C_6H_{12} .

7.2. Молекулярная спектроскопия

Вариант 1

1. В какой области ИК-спектра находится полоса поглощения двойной $C=C$ связи?
2. Можно ли с помощью УФ-спектров различить соединения $(CH_3)_3CCH_2CH_3$ и $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$?
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр пропана.

Вариант 2

1. Какой группе принадлежит полоса поглощения 1380 см^{-1} в ИК-спектре бутана?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектров соединения
 $CH_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ и $CH_3-\underset{\text{O}}{\underset{||}{C}}-CH_3$?
3. Нарисуйте теоретический спектр пропана.

Вариант 3

1. Докажите наличие водородной связи в C_2H_5OH .
2. В какой области УФ-спектра находится полоса поглощения бензола?
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр бензальдегида.

Вариант 4

1. В какой области ИК-спектра лежит полоса поглощения тройной $C \equiv C$ связи?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектров C_6H_5COOH и CH_3COOH ?
3. Нарисуйте теоретический спектр изопропилового спирта.

Вариант 5

1. В какой области УФ-спектра находятся полосы поглощения карбонильной группы в альдегидах и кетонах?
2. Можно ли различить с помощью ИК-спектров $(CH_3)_2NH$ и CH_3NH_2 ?
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр толуола.

Вариант 6

1. В какой области ИК-спектра находятся полосы поглощения карбонильной группы альдегидов и кетонов?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектра $C_2H_5NH_2$ и $C_6H_5NH_2$?
3. Нарисуйте теоретический спектр ПМР бромэтана.

Вариант 7

1. В какой области ИК-спектра находятся полосы поглощения ОН группы спиртов и фенолов?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектров соединения $CH_3CH_2OCH_3$ и $CH_3C(=O)CH_3$?
3. Нарисуйте теоретический спектр ПМР бромметана.

Вариант 8

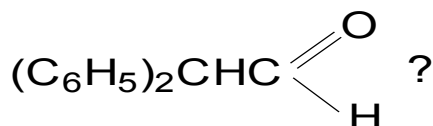
1. В какой области ИК-спектра находится полоса поглощения карбонильной группы карбоновой кислоты?
2. Какой группе соответствует полоса поглощения 270 нм ($\epsilon = 20$) в УФ-спектре нитрометана?
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр триметиламина.

Вариант 9

1. Какой группе соответствует полоса поглощения 1250 см^{-1} в ИК-спектре C_2H_5OH ?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектров соединения C_6H_6 и $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$?
3. Нарисуйте теоретический спектр ПМР диметилового эфира.

Вариант 10

1. Какой группе соответствует полоса поглощения 1705 см^{-1} в ИК-спектре



3. Можно ли с помощью УФ-спектра различить соединения C_2H_5Cl и C_6H_5Cl ?
4. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр бензойной кислоты.

Вариант 11

1. Какой группе соответствует полоса поглощения 3350 см^{-1} в ИК-спектре $CH_3CH_2CH_2NH_2$?
2. Можно ли с помощью УФ-спектра различить соединения C_2H_5OH и C_6H_5OH ?

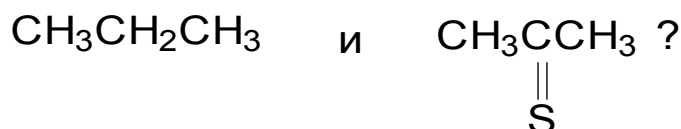
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$.

Вариант 12

1. Какой группе соответствует полоса поглощения 3390 см^{-1} в ИК-спектре $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$?
2. Можно ли с помощью УФ-спектра различить соединения $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$?
3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр CH_3COOH .

Вариант 13

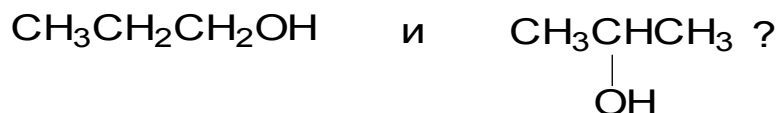
1. Какой группе соответствует полоса поглощения 1770 см^{-1} в ИК-спектре $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектра соединения



3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр бутанола-2.

Вариант 14

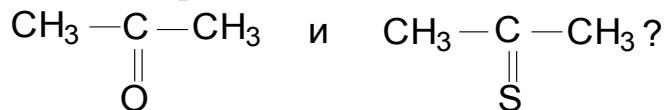
1. Какой группе соответствует полоса поглощения 3070 см^{-1} в ИК-спектре $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектра соединения



3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$?

Вариант 15

1. Какой группе соответствует полоса поглощения 3070 см^{-1} в ИК-спектре $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$?
2. Можно ли различить с помощью УФ-спектров соединения



3. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$?

7.3. Алканы (предельные углеводороды)

Вариант 1

1. Из каких соединений по методу Вюрца можно получить: а) 2,3-диметилбутан; б) н.бутан; в) 2,2,4-триметилпентан (изооктан)? Написать уравнения реакций. Назвать исходные вещества.

2. Завершите уравнения реакций:

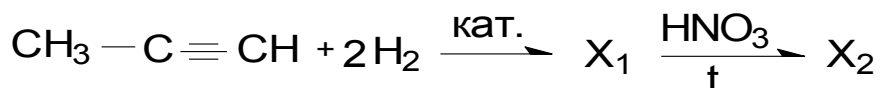


Назовите продукты реакций.

3. Напишите структурную формулу вещества состава C_5H_{12} , если известно, что при бромировании и нитровании его образуются преимущественно третичные производные. Объясните, почему реакции радикального замещения S_R наиболее легко протекают у третичного атома С.
4. Нарисуйте теоретический ПМР-спектр пропана.

Вариант 2

1. Какие первичные галогеналкилы при взаимодействии с металлическим натрием могут образовать углеводороды только следующего строения: а) 2,5-диметилгексан; б) 2,7-диметилотан; в) 3,8-диметилдекан?
2. Завершите уравнения реакций:



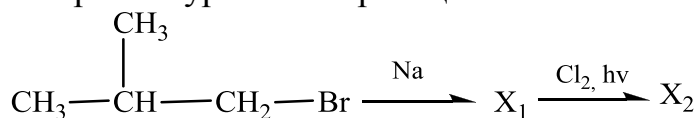
Назовите продукты реакций.

3. Какой объем воздуха при нормальных условиях (н.у.) потребуется для полного сгорания 35,2 г алкана, содержащего 25 атомов С? Кислород занимает примерно 20% объема воздуха.
4. Можно ли различить с помощью ИК- и электронных спектров соединения: $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2\text{CH}_3$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$?

Вариант 3

1. Какие из приведенных соединений являются изомерами, а какие гомологами: а) 2,2,3,3-тетраметилбутан; б) н-гептан; в) 3-этилгексан; г) 3-метил-3-этилпентан; д) 2,3,4-триметилгексан?

2. Завершите уравнения реакций:



Назовите продукты реакций.

3. Напишите уравнение взаимодействия бутана и 2-метилбутана с бромом и азотной кислотой. Укажите условия проведения реакций. Назовите продукты.
4. Нарисуйте спектр ПМР тетраметилметана.

Вариант 4

1. Превратите 1-бром-2-метилпропан в алкан: а) с тем же строением углеродного скелета и тем же числом атомов С; б) с удвоенным числом атомов С.
2. Образование каких монохлорпроизводных возможно при хлорировании 2,2,3-триметилпентана? Рассмотрите механизм реакции.
3. Какой объем (н.у.) займет газ, образовавшийся при пропускании 112 л водорода над углеродом при 500°C в присутствии никелевого катализатора? Полученный газ полностью сжигают, а продукты горения пропускают через 2 л 10%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho=1,1\text{г/мл}$). Какая соль и в каком количестве образуется в растворе?
4. Нарисуйте спектр ПМР метана.

Вариант 5

1. Какие углеводороды получают при взаимодействии с водой: а) этилмагнийбромид; б) изобутилмагнийбромид?
2. Напишите реакции сульфохлорирования и нитрования (по Коновалову) 2-метилпентана. Рассмотрите механизм фотохимического сульфохлорирования (S_R) углеводорода.
3. Какова структурная формула газа, являющегося предельным углеводородом, если масса 5,6 л его (н.у.) составляет 11 г?
4. Нарисуйте спектр ПМР 2-метилпропана.

Вариант 6

1. Укажите главные и побочные продукты, образующиеся при взаимодействии металлического натрия со следующими реагентами: 1-бромпропан и 2-бромпропан.
2. Приведите уравнение реакции монохлорирования 2-метилпропана.
3. Какой объем 0,25М раствора гидроксида натрия потребуется для нейтрализации с образованием кислой соли оксида углерода (IV), выделенного при полном сжигании 6,4 г 2,2,3-триметилгексана?
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре пропана?

Вариант 7

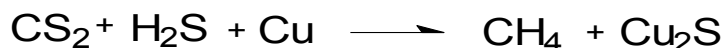
1. Из каких галогеналканов можно получить 2,9-диметилдекан реакцией Вюрца? Какой галогеналкан наиболее целесообразно применить в этом случае?
2. Напишите схему взаимодействия этана с азотной кислотой по Коновалову. Назовите продукты реакции. Приведите механизм реакции.
3. Какой объем воздуха (н.у.) потребуется для полного сгорания 35,2 г парафиновой свечи, состоящей из изомерных алканов, содержащих 25

атомов углерода в молекуле? Считать, что в воздухе содержится 20% кислорода.

4. Можно ли, используя спектры ПМР, различить н.бутан и изобутан?

Вариант 8

1. Могут ли быть изомеры: а) метана; б) бутана; в) пропана. Ответ мотивируйте.
2. Напишите схему получения монохлорпроизводного при хлорировании: а) метана; б) пропана; в) 2-метилбутана. Назовите продукты.
3. Синтез метана из неорганических веществ впервые осуществил Бертелло по схеме:



Сколько метана (н.у.) получится, если в реакцию ввели 6,4 г меди?

4. Можно ли, используя ИК-спектры, различить изомерные н.пентан и 2,2-диметилпропан?

Вариант 9

1. Получите этан, бутан и 2,3-диметилбутан взаимодействием калиевых солей органических кислот соответствующего строения и гидроксида калия.
2. Напишите схему получения 2-метилбутана любым способом и реакции его нитрования и сульфохлорирования.
3. Считая, что бензин состоит из смеси изомерных гексанов, рассчитать: а) в каком объемном соотношении должны быть смешаны его пары с воздухом для полного сгорания в двигателе внутреннего сгорания; б) какой объем воздуха потребуется для полного сгорания 2 кг бензина? Считать, что в воздухе содержится 20% кислорода.
4. Нарисуйте ПМР-спектр 2,2-диметилбутана.

Вариант 10

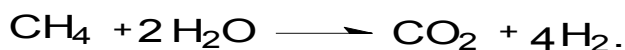
1. Напишите схему восстановления н.бутилбромида йодоводородной кислотой. Какой углеводород получен?
2. Какие типы гибридизации орбиталей атомов углерода и валентные углы характерны для алканов?
3. Какое количество гидроксида натрия и ацетата натрия требуется для получения 33,6 л метана (н.у.)?
4. Можно ли, используя ПМР-спектры, различить изомерные н.пентан и 2-метилбутан?

Вариант 11

1. Какие из соединений CO , CaC_2 , C_4H_8 , CO_2 , C_3H_6 , C_5H_{12} относятся: а) к неорганическим соединениям; б) к алканам? Определите степень окисления углерода в каждом соединении.
2. Какой продукт получится при мононитровании 2,2-диметилбутана? Рассмотрите механизм реакции.
3. При термическом разложении метана получено 60 кг сажи. Сколько литров метана (н.у.) было израсходовано при 90%-ном выходе сажи?
4. Нарисуйте спектр ПМР 2,2-диметилбутана.

Вариант 12

1. Напишите реакции получения гексана из следующих соединений: а) 1-бромгексан; б) 1-гексен; в) 1-бромпропан.
2. Хорошим растворителем жиров, каучука, ацетилцеллюлозы является 2,2,4-триметилпентан. Составьте его структурную и эмпирическую формулы. Назовите изомер с нормальной (неразветвленной) цепью.
3. В промышленности водород получают конверсией метана с водяным паром:



Сколько кубометров водорода (н.у.) можно получить из 150 м^3 природного газа, содержащего 85% метана?

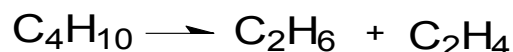
4. Можно ли, используя ПМР-спектры, различить 2-метилпентан и 2,2-диметилбутан?

Вариант 13

1. Превратите 1-бромпентан в алкан: а) с тем же строением углеродного скелета; б) с удвоенным числом атомов С.
2. Назовите тип химической связи в молекулах метана и гексана. Диссоциируют ли они на ионы?
3. Определите молекулярную массу алкана, 2,2 г которого, взаимодействуя с 1,77 г хлора, образуют 2,92 г моногалогенпроизводного.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре 2,2-диметилпропана?

Вариант 14

1. Какой тип связей (σ -, π -) имеется в молекуле этана? Какова длина и энергия связи $\longrightarrow \text{C} - \text{C} \longleftarrow$?
2. Напишите схему реакции мононитрования 2-метилбутана по Коновалову.
3. Крекинг бутана протекает по схеме:



Определите массы этана и этена, которые получаются из 1 кг бутана при 82%-ном выходе.

4. Нарисуйте спектр ПМР н.пентана.

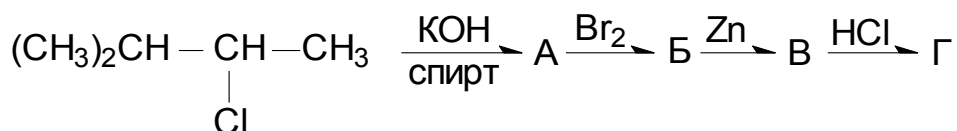
Вариант 15

1. Получите н.бутан из следующих соединений: а) 1-бромбутан; б) бутен-2; в) бромэтан.
2. Напишите схему взаимодействия пентана с бромом. Назовите продукты реакции.
3. Какой объем воздуха (н.у.), содержащего 20% кислорода, необходим для сжигания 7 кг гептана?
4. Нарисуйте спектр ПМР пропана.

7.4. Непредельные углеводороды

Вариант 1

1. Получите любым способом 2-метил-1-бутен и напишите для него уравнение реакции с бромоводородом.
2. Осуществите превращение:



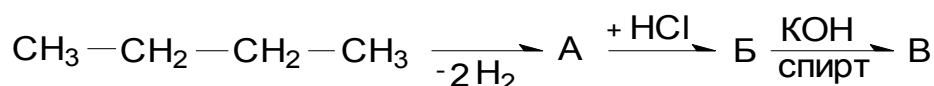
3. При пропускании смеси этана и этина через склянку с бромной водой вес склянки увеличился на 1,3 г, а при сгорании такого же количества смеси углеводородов выделилось 14 л двуокси углерода (н.у.). Определите объем исходной смеси газов (н.у.).
4. Нарисуйте спектр ПМР пропина.

Вариант 2

1. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора щелочи на 2-бром-2-метилбутан? Назовите его. Напишите для него уравнение реакции с хлороводородом.
2. Какие продукты получают при озонировании 1-пентена с последующим гидролизом?
3. На полное гидрирование 2,76г алкадиена израсходовано 0,896 л водорода (н.у.). Определите молярную массу и структурную формулу алкадиена, имеющего нормальное строение.
4. Вещество C_5H_{10} в спектре ПМР имеет сигналы, δ , м.д.: 1,10т; 2,05кв; 1,90с и 4,45 уширенный синглет. Относительная интенсивность сигналов 3:2:3:2. Укажите название этого соединения.
а) 2-метил-1-бутен; б) цис-2-пентен; в) транс-2-пентен; г) 1-пентен.

Вариант 3

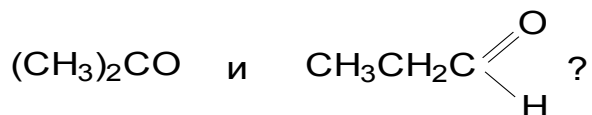
1. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметил-1-бутен подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щелочи?
2. Осуществите превращение:



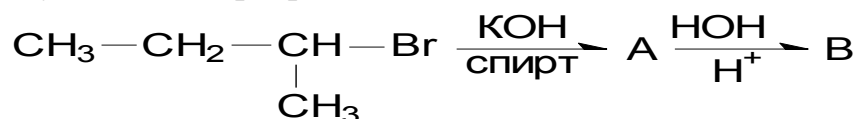
- При пропускании этина через аммиачный раствор оксида серебра образовалось взрывчатое вещество, не содержащее водорода. Определите структурную формулу продукта реакции. Сколько литров этина (н.у.) потребуется для получения 24 г продукта реакции, если выход составляет 80% от теоретического?
- Нарисуйте спектр ПМР для 2-пентена.

Вариант 4

- Укажите строение алкена, при озоноллизе которого образуются:



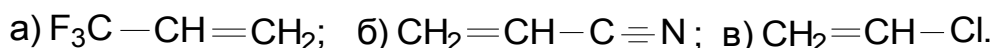
- Осуществите превращение:



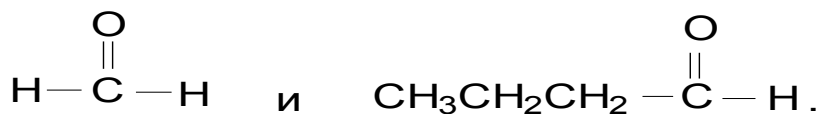
- Этен впервые получен в 1680 г. Беккером при нагревании смеси концентрированной серной кислоты (“купоросного масла”) и этанола (винного спирта). Сколько литров этена (н.у.) можно получить из 2 кг спирта, если выход составляет 90% от теоретического?
- В ИК-спектре соединения присутствуют полосы поглощения, ν , см^{-1} : 3300 и 2100. Определите функциональные группы, соответствующие этим полосам.

Вариант 5

- Какие из перечисленных ниже соединений реагируют с хлороводородом не по правилу Марковникова:

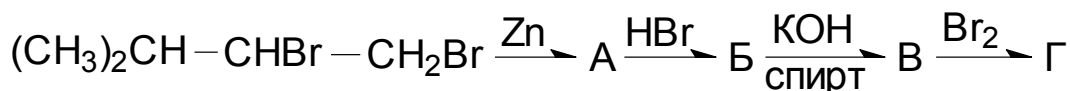


- При озонировании алкена с последующим гидролизом выделены:



Напишите структурную формулу алкена.

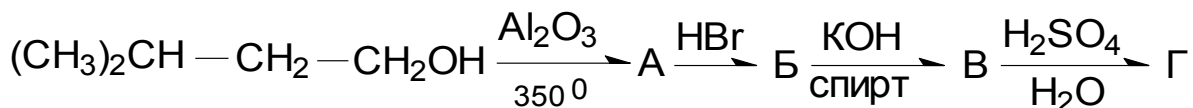
- Осуществите превращение:



- В ИК-спектре непредельного углеводорода присутствует полоса 1610см^{-1} . Определите класс непредельного углеводорода.

Вариант 6

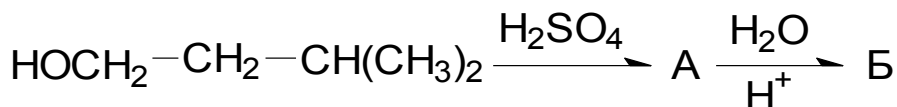
1. Алкен подвергли озонированию. Продукт реакции гидролизовали. Образовалась смесь пропанала и этанала. Какой олефин взят в реакцию озонирования?
2. Осуществите превращение:



3. Напишите изомеры всех диеновых углеводородов состава C_5H_8 . Назовите их по системе ИУПАС. Выделите изомеры с сопряженными связями, напишите уравнения реакций их полимеризации и гидрирования.
4. Нарисуйте спектр ПМР для цис-2-бутина.

Вариант 7

1. Получите 3-метил-1-бутин любым способом.
2. Какой окислитель необходимо использовать, чтобы из 1-бутена получить 1,2-бутандиол. Приведите уравнение реакции.
3. Осуществите превращения:



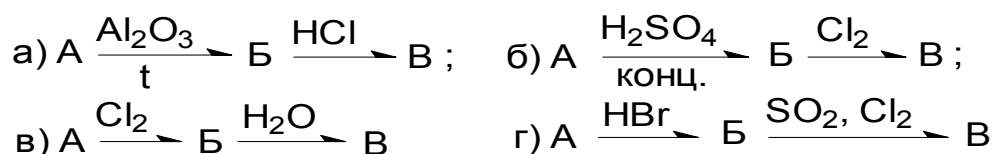
4. Нарисуйте спектр ПМР для 3-метил-1-бутина.

Вариант 8

1. Получите из карбида кальция бутин-1.
2. Какими реакциями можно различить пентин-1 и пентин-2 ?
3. Какой газ находится в цилиндре (этен или пропен), если известно, что на полное сгорание 12 мл этого газа потребовалось 54 мл кислорода (н.у.) ?
4. Нарисуйте ПМР-спектр 2-метилпропена.

Вариант 9

1. Из какого соединения можно реакцией озонлиза с последующим гидролизом получить пропанон и пропаналь? Приведите уравнения реакций.
2. Каким путем можно осуществить превращение:
пропанол-1 \longrightarrow 2-хлорпропан:



3. При каком объемном соотношении (н.у.) следует взять этан и этен, чтобы газ, выделившийся при термическом разложении первого углеводорода на элементы, полностью поглотился вторым?
4. В ИК-спектре непредельного углеводорода присутствуют полосы, см^{-1} : 2900, 1650, 1000 и 915. Произведите отнесение полос ИК-спектров.

Вариант 10

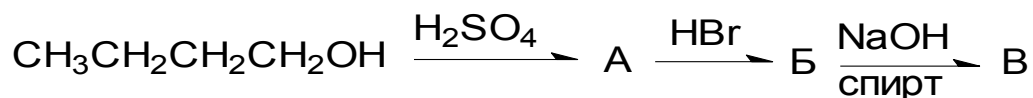
1. Напишите уравнения внутримолекулярной дегидратации для следующих спиртов: а) 3-метил-1-бутанол; б) 3-метил-2-бутанол.
2. Напишите схему получения хлоропрена (2-хлор-1,3-бутадиена) из ацетилена.
3. Образец индивидуального вещества может быть метаном, пропаном или пропином. Как качественно установить природу этого газа? Определить массу 1,12 л каждого из этих соединений (н.у.).
4. Нарисуйте ПМР-спектр изопрена (2-метил-1,3-бутадиена).

Вариант 11

1. Какие углеводороды получатся при действии цинка на дигалогенпроизводные: а) 2,3-дибромпентан; б) 2,3-дибром-2-метилпентан?
2. С помощью каких реакций можно различить: 2-метил-2-пентен и 3-метил-2-пентен?
3. Какое количество 80%-ного карбида кальция необходимо для получения 2,8 г этина (н.у.)?
4. Нарисуйте спектр ПМР пропина.

Вариант 12

1. С помощью каких реагентов можно осуществить превращение карбида кальция в бромэтан? Приведите уравнения реакций. Назовите исходные вещества, продукты и условия реакций.
2. Осуществите превращения:



3. Реакция гидратации этена - широко распространенный способ получения этанола из природного газа. Какое количество спирта можно получить из 1 м³ природного газа, содержащего 6% этена, если выход продукта 80% от теоретического?
4. Нарисуйте спектр ПМР 2,3-бутадиена.

Вариант 13

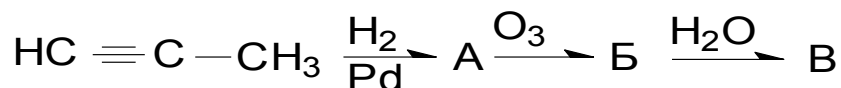
1. Получите 4-метил-2-пентен любым способом и окислите его концентрированным раствором KMnO_4 .
2. Осуществите превращение:



3. Сколько литров воздуха, содержащего 20% кислорода потребуется для сгорания: а) 1 моля пропена; б) 1 моля этена?
4. Нарисуйте спектр ПМР этена.

Вариант 14

1. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметил-1-бутен подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щелочи?
2. Осуществите превращения:



3. Карбид кальция содержит 25% примесей. Сколько кубометров этина (н.у.) можно получить из 15 кг такого карбида?
4. Нарисуйте спектр ПМР 2-метилпропена.

Вариант 15

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия с бромом: а) бутена-1; б)этина; в) пропана. Определите механизмы реакций. Будет ли изменяться окраска бромной воды при пропускании через нее указанных углеводородов? Объясните это явление.
2. Получите из карбида кальция бутин-1.
3. Какое количество этина и этанала можно получить из 2 кг карбида кальция? Выход продуктов 75% от теоретического.
4. Нарисуйте ПМР-спектр 1-бутина.

7.5. Карбоциклические углеводороды

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы изомерных циклоалканов C_6H_{12} с шести-, пяти- и четырехчленным кольцом. Назовите их.
2. Получите всеми известными Вам способами этилбензол. Напишите уравнение реакции его окисления.
3. В каком соотношении (в газовой фазе при н.у.) следует взять метан и бензол, чтобы газ, выделившийся при разложении метана на элементы, полностью поглотился бы вторым?
4. Можно ли с помощью ИК-спектров различить бензол и толуол?

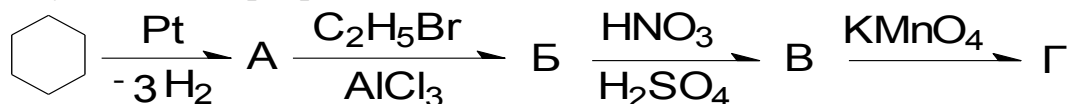
Вариант 2

1. Получите из соответствующих ациклических дигалогенпроизводных : а) метилциклопропан; б) 1,2-диметилциклобутан.
2. Получите из бензола о-хлорбензойную кислоту.
3. Какое количество циклогексана потребуется для получения 2,35 кг бензола. Выход продукта 70% от теоретического. Какой газ и в каком объеме выделится?

4. Нарисуйте спектр ПМР метилциклопропана.

Вариант 3

1. Напишите схему синтеза пропилбензола по реакции Фриделя-Крафтса. Приведите механизм реакции.
2. Осуществите превращения:



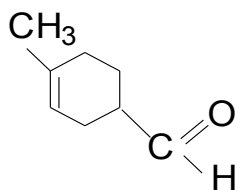
3. Составьте схему получения толуола из нефтяного гептана. Какое количество толуола образуется, если при реакции выделяется 11,2 л водорода (н.у.)?
4. Можно ли различить с помощью УФ-спектров циклогексан и бензол?

Вариант 4

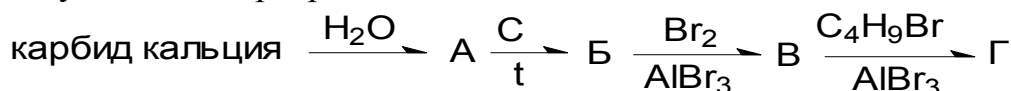
1. Какие соединения получатся в результате диенового синтеза: а) изопрена с акрилонитрилом; б) бутадиена с винилметилкетон?
2. Предложите схему получения этилбензола из ацетилен и неорганических реагентов.
3. Какое количество толуола потребуется для получения 113,5 т тротила (тринитротолуола), если выход продукта реакции составляет 75% от теоретического?
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре метилциклопентана?

Вариант 5

1. Реакцией диенового синтеза получите:



2. Получите реакцией Вюрца-Фиттига: а) n-этилтолуол; б) изобутилбензол; в) 1,3-диэтилбензол.
3. Осуществите превращения:



4. В какой области спектра лежат полосы поглощения ароматической системы бензола: а) в УФ-спектре; б) в ИК-спектре?

Вариант 6

1. Какие из углеводородов (этилбензол, стирол, метилацетилен) обесцвечивают бромную воду? Приведите уравнения реакций.
2. Осуществите превращения:



3. Установите строение ароматического углеводорода C_8H_{10} , если при его окислении получается *n*-фенилендикарбоновая кислота.
4. Нарисуйте спектр ПМР для толуола.

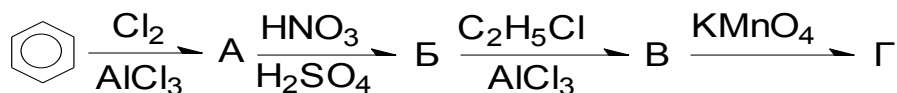
Вариант 7

1. Напишите и назовите все изомеры в ряду циклобутана с брутто-формулой C_8H_{16} , включая цис-транс-изомерию.
2. Какое из соединений толуол или нитробензол - легче вступает в реакцию нитрования и почему? Напишите схемы реакций.
3. Сколько граммов *n*-гептана потребуется для получения толуола, чтобы выделившегося при этом водорода (н.у.) хватило бы на гидрирование 84г 1-гексена? Сколько толуола при этом получится?
4. Нарисуйте спектр ПМР этилбензола.

Вариант 8

1. Какие сульфокислоты получатся при сульфировании следующих соединений: а) хлорбензол; б) бензойная кислота? Какая из указанных реакций происходит легче, чем сульфирование бензола?
2. Сравните устойчивость циклопропана и циклопентана. Какой цикл более устойчив? Подтвердите это уравнениями реакций.

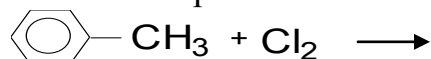
3. Осуществите превращения:



4. Нарисуйте спектр ПМР этиленбензола.

Вариант 9

1. Получите из соответствующих дигалогенпроизводных: а) 1,1-диметилциклобутан; б) 1,2-диметилциклопентан.
2. Напишите структурную формулу углеводорода C_9H_{10} , обесцвечивающего бромную воду, при окислении хромовой смесью дающего бензойную кислоту, а при окислении KMnO_4 - 3-фенил-1,2-пропандиол.
3. Напишите три возможных направления реакции:



и условия их реализации.

4. Нарисуйте спектр ПМР этилциклопентана.

Вариант 10

1. Сколько изомеров ряда бензола соответствует составу C_9H_{12} ? Напишите структурные формулы, назовите их. Для изопропилбензола напишите уравнение реакции радикального и электрофильного монохлорирования.
2. С помощью каких реакций можно осуществить превращение циклопентена в циклопентадиен?
3. Углеводород состава C_9H_{12} при окислении образует 1,3,5-бензолтрикарбоновую кислоту, а при бромировании в присутствии бромида алюминия только одно монобромпроизводное. Напишите структурную формулу и назовите углеводород.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре кумола (изопропилбензола)?

Вариант 11

1. Получите из бензола *n*-бромбензойную кислоту. Напишите уравнения реакций.
2. Осуществите превращения:

$$\text{бензол} \longrightarrow \text{этилбензол} \longrightarrow \text{n-бромэтилбензол} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \text{1-(n-бромфенил)-1-бромэтан.}$$
3. С помощью каких реакций можно превратить этин в тротил (тринитротолуол)?
4. Нарисуйте спектр ПМР циклопентена.

Вариант 12

1. Какие углеводороды образуются при действии металлического натрия на смесь: а) бромбензола и *n*-пропилбромид; б) бромтолуола и бромэтана?
2. Стирол (фенилэтен) - продукт промышленного синтеза. Напишите для него уравнения реакций: а) с хлором; б) с хлороводородом; в) полимеризации.
3. Рассчитайте количество перманганата калия, необходимого для окисления 9,2 г толуола до бензойной кислоты.
4. Нарисуйте спектр ПМР циклопентадиена.

Вариант 13

1. Осуществите превращение циклогексана в *m*-хлортолуол.
2. Из каких предельных и ациклических углеводородов можно получить толуол? Напишите уравнения реакций.

3. Установите строение углеводорода C_8H_6 , обесцвечивающего бромную воду, образующего белый осадок с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении дающего бензойную кислоту.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре циклогексена?

Вариант 14

1. Какие углеводороды образуются при взаимодействии: а) бензола с этеном; б) бензола с пентеном-1?
2. Превратите бензол в метилциклогексан.
3. Напишите структурные формулы углеводородов C_8H_{10} и C_9H_{12} , образующих при окислении бензойную кислоту.
4. Нарисуйте спектр ПМР циклогексадиена.

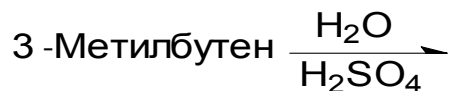
Вариант 15

1. Получите реакцией Вюрца-Фиттига: а) изобутилбензол; б) м-диэтилбензол.
2. Получите этилбензол из ацетилен и неорганических реагентов.
3. Смесь бензола и толуола бромруют на холоде в присутствии $AlCl_3$. Напишите схемы реакций. Какой продукт образуется в относительно большем количестве?
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре этилбензола?

7.6. Галогенуглеводороды, спирты, фенолы, простые эфиры

Вариант 1

1. Из каких галогенпроизводных можно получить следующие спирты: а) 2-метил-2-пропанол; б) 1,3-бутандиол?
2. Напишите схему реакции:



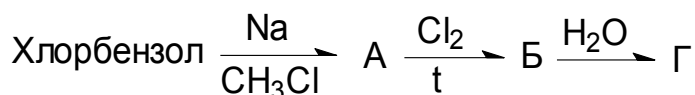
Назовите продукт реакции.

3. При взаимодействии бензола с хлором под действием света образуется гексахлорциклогексан. Сколько гексахлорциклогексана образуется из 1 т бензола, если выход продукта составляет 80% от теоретического?
4. Нарисуйте спектр ПМР фенола.

Вариант 2

1. Напишите схему взаимодействия пропана с одной молекулой хлора. Назовите возможные продукты реакции.

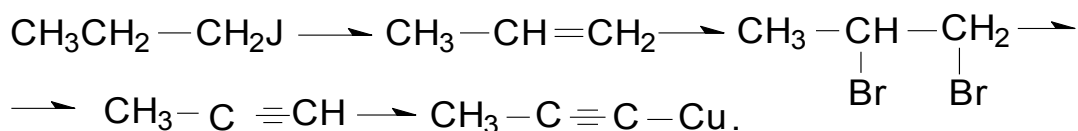
2. Осуществите превращение:



3. При взаимодействии одноатомного спирта с 48%-ным раствором HBr ($\rho=1,5$ г/мл) образовалось 49,2 г (0,4 моль) н.алкилбромида. Сколько миллилитров HBr потребовалось для реакции, если выход продукта составляет 75% от теоретического? Каково строение спирта и продукта реакции?
4. В какой области ИК-спектра лежит полоса поглощения гидроксильной группы спиртов и фенолов?

Вариант 3

1. С помощью каких реакций можно превратить 1-пропанол в диизопропиловый эфир?
2. Осуществите превращения:



3. Сколько фенола получится из 1 т хлорбензола путем гидролиза при нагревании до 450°C , если выход фенола составляет 75% от теоретического?
4. Нарисуйте спектр ПМР хлорбензола.

Вариант 4

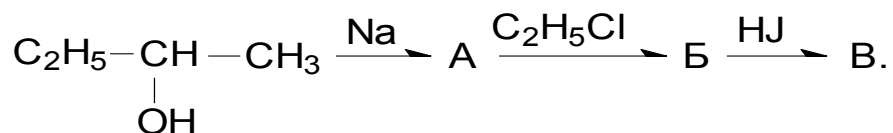
1. Как влияет природа органического радикала на подвижность галогена? Объясните влияние радикала на примере хлорвинила и хлораллила.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько образуется тринитрофенола, если в реакцию с фенолом вступит 1 л 94%-ного раствора HNO_3 ($\rho = 1,5$ г/мл)?
4. Нарисуйте спектр ПМР винилхлорида.

Вариант 5

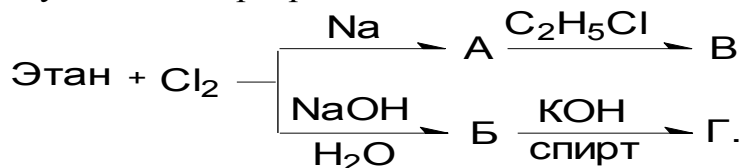
1. Напишите схему взаимодействия трет-бутилбромида с водным раствором гидроксида натрия. Укажите механизм реакции.
2. Осуществите превращения:



3. Известь взаимодействует с фенолом, образуя фенолят кальция. Сколько свободной извести содержится в цементе, если при действии фенола на 50г цемента образуется 0,9 г воды?
4. Нарисуйте спектр ПМР изопропилового спирта.

Вариант 6

1. Напишите схему взаимодействия этиленгликоля с гидроксидом меди.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько граммов брома потребуется для получения 231,7 г трибромфенола? Выход продукта 70%.
4. Нарисуйте спектр ПМР диэтилового эфира.

Вариант 7

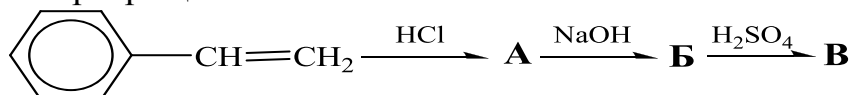
1. Напишите схему реакции исчерпывающего нитрования фенола. Назовите соединение.
2. Осуществите превращения:



3. При обработке раствора фенола в этаноле калием выделилось 6,72 л га-за (н.у.), а при обработке такого же количества раствора бромной водой выпало 16,55 г осадка. Определите массовую долю фенола в растворе.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре этанола?

Вариант 8

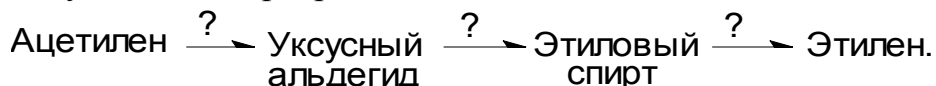
1. Напишите схему реакции, по которой можно различить пропанол-1 и пропандиол-1,2.
2. Осуществите превращения:



3. Каков теоретический выход ДДТ из 1 т хлорбензола при его конденсации с хлоралем?
4. Нарисуйте спектр ПМР хлорэтана.

Вариант 9

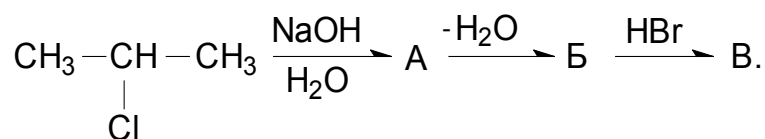
1. Напишите схемы восстановления первичного и вторичного бутиловых спиртов. Назовите спирты и продукты реакции по номенклатуре IUPAC.
2. Осуществите превращения:



3. При нейтрализации смеси фенола с этанолом затратили 50 мл 8%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,2$ г/мл). Такое же количество смеси прореагировало с 9,2 г натрия. Определить массовую долю этанола в смеси.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре бромэтана?

Вариант 10

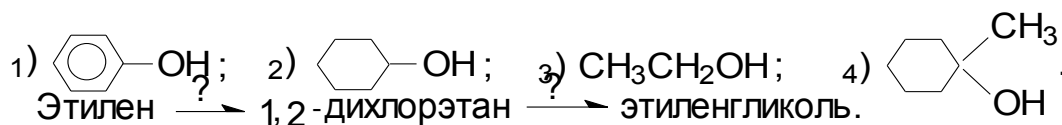
1. Получите из циклогексена циклогексанол.
2. Осуществите превращения:



3. Определите молекулярную массу и строение кислородсодержащего соединения, если известно, что при взаимодействии 7,4 г этого вещества с металлическим калием выделяется 1,12 л водорода (н.у.), а при окислении этого вещества оксидом меди (II) образуется соединение, которое дает реакцию серебряного зеркала.
4. Нарисуйте ПМР-спектр изопропилового спирта.

Вариант 11

1. Из приведенных ниже структур выберите структуры, удовлетворяющие требованиям: а) спирты; б) соединения не являющиеся спиртами; в) спирты, которые не могут быть окислены; г) первичные спирты:



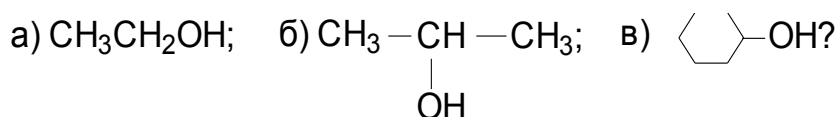
2. Осуществите превращения:
3. При нагревании 23 г одноатомного спирта с серной кислотой образовался алкен с выходом 80% от теоретического. Каково строение спирта, если полученный алкен может присоединить 64 г брома?
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре тефлона?

Вариант 12

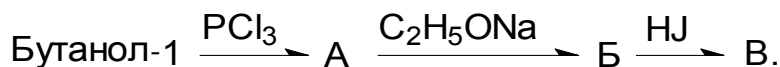
1. Напишите схему реакции 3,4-диметил-1-пентанола с PCl_5 . Назовите продукт реакции.
2. Осуществите превращения:
 Бензол $\xrightarrow{?}$ Хлорбензол $\xrightarrow{?}$ Фенол $\xrightarrow{?}$ Трибромфенол.
3. Газ, образовавшийся при нагревании 28,75 мл одноатомного спирта ($\rho=0,8$ г/мл) с концентрированной серной кислотой, присоединяет 8,96 л водорода (н.у.). Определите строение исходного спирта, если выход углерода составляет 80% от теоретического.
4. Нарисуйте спектр ПМР метилэтилового эфира.

Вариант 13

1. Какие алкены образуются при дегидратации следующих спиртов:

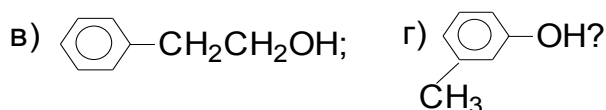
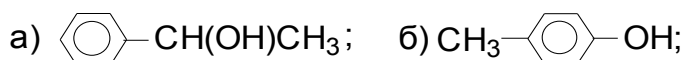


2. Осуществите превращения:
3. Какие вещества и в каком количестве потребуются для получения 50 г 13,6%-ного раствора этилата натрия в этиловом спирте?
4. Нарисуйте спектр ПМР *n*-крезола.

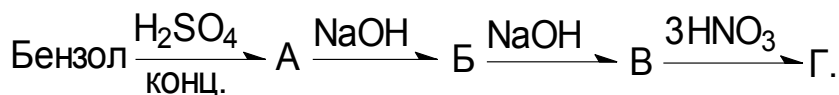


Вариант 14

1. Какие из перечисленных ниже соединений реагируют с раствором щелочи:



2. Осуществите превращения:



3. Алкен, образовавшийся из 24 г одноатомного спирта, присоединяет 15,3 мл брома ($\rho = 3,14$ г/мл). Какой спирт взят для реакции, если выход алкена составляет 75% от теоретического?
4. Нарисуйте ПМР-спектр метанола.

Вариант 15

1. Получите из пропина изопропиловый спирт.
2. Осуществите превращения:

$$\text{Карбид кальция} \xrightarrow{?} \text{ацетилен} \xrightarrow{?} \text{этан} \xrightarrow{?} \text{этанол} \xrightarrow{?} \text{этилат калия.}$$
3. Попутный нефтяной газ содержит 5.об.% этена. Сколько этанола можно получить из 40 м³ такого газа?
4. Нарисуйте ПМР-спектр трет-бутанола.

7.7. Альдегиды и кетоны

Вариант 1

1. Напишите схему альдольной конденсации пропаналь.
2. Осуществите превращения:

$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} \text{А} \xrightarrow{\text{HCN}} \text{Б}$$
3. Как различить водные растворы этанола и этаналь? Приведите уравнение реакции.
4. Нарисуйте спектр ПМР ацетона.

Вариант 2

1. Какие кислоты образуются при окислении метилэтилкетона?
2. Осуществите превращения:
Первичный изоамиловый спирт \longrightarrow Изовалериановый альдегид \longrightarrow Оксим изовалерианового альдегида.
3. Какой продукт и в каком количестве образуется при действии на 100 г пропаналя избытка водорода. Выход продукта 75% от теоретического.
4. Можно ли, используя ИК-спектры, различить находящиеся в растворе метаналь и ацетон?

Вариант 3

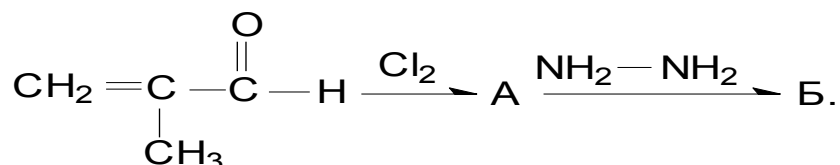
1. Как получить кротоновый альдегид из уксусного? Приведите уравнения реакций.
2. Осуществите превращения:



3. Вещество состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, реагируя с гидросиламином и гидросульфитом натрия, не дает реакции серебряного зеркала. Главными продуктами его окисления являются уксусная кислота и ацетон. Определите строение вещества.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК- и УФ-спектрах ацетона?

Вариант 4

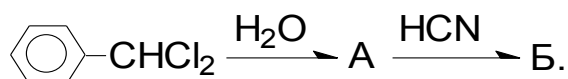
1. Получите ацеталь пропаналя.
2. Осуществите превращения:



3. Вещество состава $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$, образуя оксим, не дает реакции серебряного зеркала, при окислении образует пропановую и бутановую кислоты. Определите строение вещества.
4. Нарисуйте спектр ПМР бензальдегида.

Вариант 5

1. Какое соединение получится при каталитическом дегидрировании вторичного изоамилового спирта?
2. Осуществите превращения:



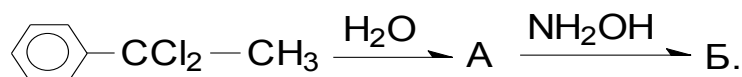
3. Реакцию Кучерова применяют для получения уксусного альдегида в промышленных масштабах. Какое количество альдегида можно получить из

100 кг технического карбида кальция, содержащего 20% примесей, если выход продукта составляет 80%?

4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре пропаналя?

Вариант 6

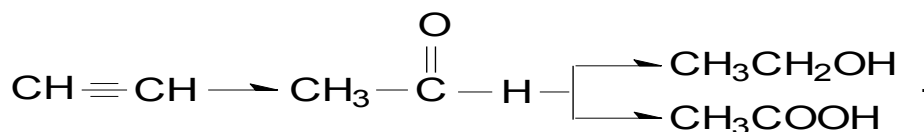
1. Напишите схему реакции уксусного альдегида с пропиловым спиртом. Назовите продукт.
2. Осуществите превращения:



3. Какой объем 40%-ного раствора формальдегида ($\rho = 1,1$ г/мл) можно получить при окислении 44,8 л метана (н.у.) воздухом при 500°C в присутствии в качестве катализатора оксидов азота?
4. В ПМР-спектре соединения состава $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ присутствуют сигналы, δ , м.д.: 1,0 (3H,т); 2,5 (2H,кв) и 9,77 (1H,тр). Определите строение соединения.

Вариант 7

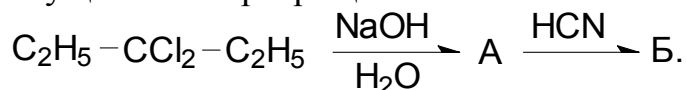
1. Получите метилизопропилкетон из гемдигалогенпроизводного.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько граммов уксусного альдегида образовалось при окислении этанола (выход 75% от теоретического), если известно, что при взаимодействии такого же количества спирта с металлическим калием выделилось 5,6л водорода (н.у.)?
4. Нарисуйте спектр ПМР бензофенона.

Вариант 8

1. Из какой смешанной кальциевой соли можно получить пиролизом метилизопропилкетон?
2. Осуществите превращения:



3. 10,5 г смеси, состоящей из 17,1% спирта и 82,9% альдегида, могут прореагировать с 34,8 г оксида серебра (аммиачный раствор). Написать структурные формулы спирта и альдегида, если известно, что они содержат одинаковое количество атомов С и могут быть получены один из другого.

4. Можно ли, используя ИК-спектры, различить водные растворы пропанола-1 и пропанала?

Вариант 9

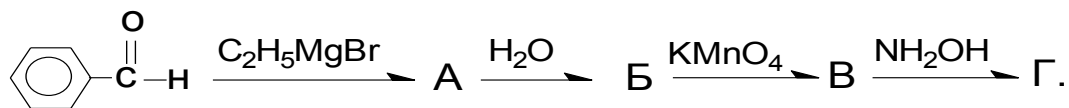
1. Какое соединение образуется при гидролизе 1,1-дихлор-2-метилпропана?
2. Осуществите превращения:



3. Соединение состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ гидролизовали, затем окислили оксидом серебра (аммиачный раствор) и получили вещество $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, которое легко растворяется в щелочи. Определить строение соединения.
4. Нарисуйте спектр ПМР ацетофенона.

Вариант 10

1. При окислении каких спиртов получают: а) 3-метилбутаналь; б) 3-метил-2-пентанон?
2. Осуществите превращения:



3. Сколько 58%-ного водного раствора ацетона можно получить при окислении 1 т изопропилового спирта без учета потерь?
4. Нарисуйте спектр ПМР 2-бутанона.

Вариант 11

1. Из каких алкинов реакцией Кучерова можно получить: а) 2,4-диметил-3-пентанон; б) 2-метилгексаналь?
2. Осуществите превращения:

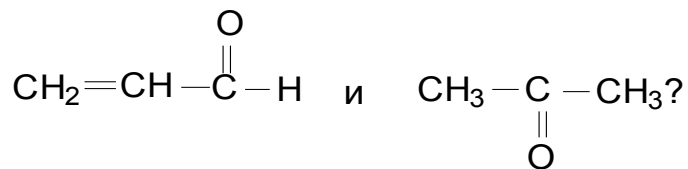


3. Какими свойствами должен обладать акролеин (пропеналь)? Напишите уравнения реакций со следующими реагентами: а) Ag_2O ; б) I_2 ; в) KMnO_4 ; г) 2H_2 .
4. Нарисуйте спектр ПМР акролеина.

Вариант 12

1. Какие альдегиды и кетоны можно получить при дегидрировании следующих спиртов: а) изопропиловый; б) 2-метил-1-бутанол?
2. Получите циклические тримеры из: а) формальдегида; б) ацетальдегида.

3. Определите состав смеси, образовавшейся при окислении 1-пропанола оксидом меди (II), если известно, что окисление прошло на 60%. При взаимодействии полученной смеси с избытком аммиачного раствора серебра выделилось 64,8 г серебра.
4. Можно ли, используя УФ-спектры, различить соединения:



Вариант 13

1. Гидратацией алкина получите 4,4-диметилпентанон-2. Напишите для него реакцию образования семикарбазона.
2. Осуществите превращения:

$$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{спирт}]{\text{NaOH}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Б} \xrightarrow[\text{t}]{\text{Cu}} \text{В}.$$
3. Соединение состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ образует бисульфитное производное, дает реакцию серебряного зеркала и окисляется в 2-метилпропановую кислоту. Напишите структурную формулу соединения.
4. В какой области лежат полосы поглощения оксогруппы альдегидов в ИК- и УФ-спектрах?

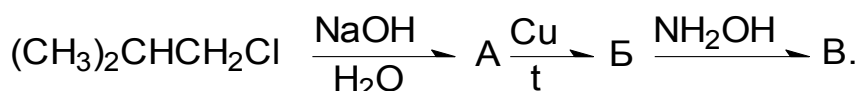
Вариант 14

1. Из каких алкенов реакцией оксосинтеза можно получить: а) 2,2-диметилпропаналь; б) пентаналь?
2. Осуществите превращения:

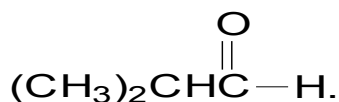
$$\text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{\text{CH}_3\text{Cl}} \text{A} \xrightarrow[\text{h}\nu]{2\text{Cl}_2} \text{Б} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{В}.$$
3. В промышленности при каталитическом окислении метанола получают 38%-ный водный раствор формальдегида. Выход составляет 80% от теоретического. Какое количество раствора формальдегида можно получить из 1 т метанола?
4. В какой области лежат полосы поглощения оксогруппы кетонов в ИК- и УФ-спектрах?

Вариант 15

1. Из бутана-1 получите бутанон. Напишите для него реакции: а) с PCl_5 ; б) с HCN ; в) с NaHSO_3 .
2. Осуществите превращения:



3. Вещество, известное в быту как «сухой спирт», представляет собой продукт полимеризации уксусного альдегида. Какова структура и степень полимеризации продукта, если молекулярная масса полимера равна 176 а.э.м.?
4. Нарисуйте спектр ПМР:



7.8. Карбоновые кислоты и их производные

Вариант 1

1. Получите масляную кислоту с помощью магнийорганического соединения.
2. Осуществите превращения:
 Бутановая кислота $\xrightarrow{\text{SOCl}_2}$ А $\xrightarrow{\text{NH}_3}$ Б.
3. Главные составляющие части говяжьего жира - триолеин, трипальмитин и тристеарин в весовом соотношении 9:5:5. Напишите формулы этих соединений и определите состав жира в массовых долях, считая, что в жире содержится 5% других веществ.
4. Нарисуйте ПМР-спектр молочной кислоты.

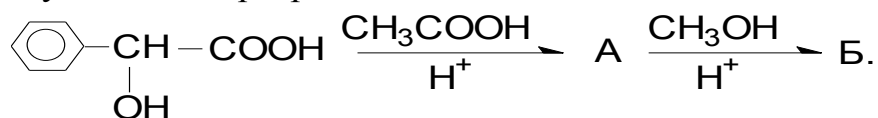
Вариант 2

1. Напишите схему реакции этановой кислоты: а) с гидроксидом калия; б) с пентахлоридом фосфора. Назовите продукты реакции.
2. Осуществите превращения:

$$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}^+} \text{А} \xrightarrow[\text{t}]{\text{H}^+} \text{Б}.$$
3. В промышленности безводную муравьиную кислоту получают из формиата натрия действием серной кислоты, а формиат натрия, в свою очередь, нагреванием твердой щелочи с оксидом углерода (II) при 100 - 105⁰С и давлении 500 - 1013 кПа. Сколько литров оксида углерода (II) (н.у.) потребуется для получения 80,5 кг муравьиной кислоты, если выход на последней стадии составляет 87,5%?
4. Нарисуйте спектр ПМР муравьиной кислоты.

Вариант 3

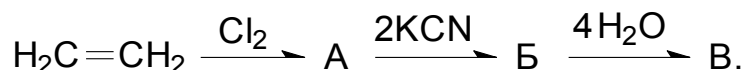
1. Напишите схему гидратации акриловой кислоты.
2. Осуществите превращения:



- Написать структурные формулы эссенций, образующихся в реакциях этерификации между: а) масляной кислотой и этанолом (ананасовая эссенция); б) изовалериановой кислотой и пентанолом (апельсиновая эссенция); в) изовалериановой кислотой и изоамиловым спиртом (яблочная эссенция).
- Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре молочной кислоты?

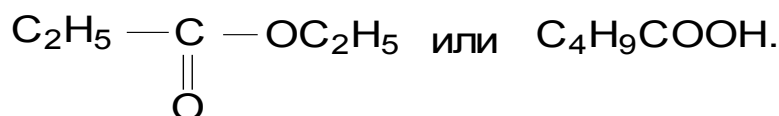
Вариант 4

- Получите кислоту из изопропилиодида и реактива Гриньяра.
- Осуществите превращения:

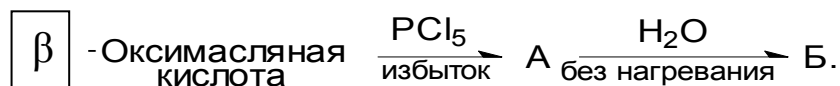


- Высшие карбоновые кислоты с четным числом атомов С получают гидролизом жиров. Сколько жира, представляющего собой чистый трипальмитат, потребуется для получения куска мыла (100 г), если в мыле содержится 83,4% пальмитата натрия?
- В ИК-спектре присутствуют полосы поглощения в области $3000 - 2600\text{см}^{-1}$ (широкая) и 1715см^{-1} . Какому из веществ принадлежит этот спектр:

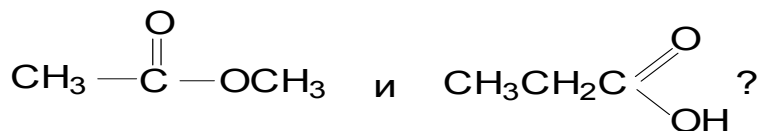
Вариант 5



- Напишите схемы реакций, позволяющих перейти от уксусной кислоты через этилацетат к ацетамиду.
- Осуществите превращения:

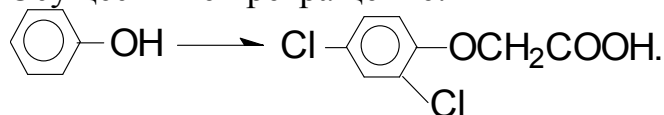


- Сколько литров природного газа (н.у.) потребуется для получения 64,4 кг муравьиной кислоты путем каталитического окисления метана? В природном газе содержится 98% метана по объему.
- Можно ли с помощью ИК-спектров различить соединения:



Вариант 6

- Получите из янтарной кислоты диамид.
- Осуществите превращение:



Какое практическое значение имеет полученное соединение:

- Какой объем этена (н.у.) протребуется для получения трехстадийным синтезом 33 мл этилацетата ($\rho = 0,8$ г/мл), если выход на стадии образования спирта составляет 50%, на стадии окисления спирта - 80%, а на стадии этерификации - 75%?
- Можно ли с помощью ИК-спектров различить соединения:

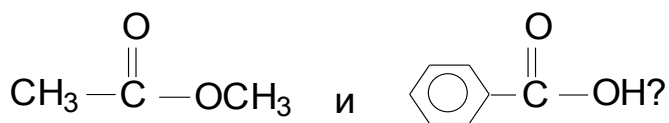


Вариант 7

- Напишите схемы реакций окисления соответствующих соединений, в результате которых образуются бензойная и фенилуксусная кислоты.
- Осуществите превращения:
 Бромянтарная кислота $\xrightarrow{?}$ Фумаровая кислота $\xrightarrow{?}$ Фумарат аммония $\xrightarrow{?}$ Полный амид фумаровой кислоты.
- Какой эфир органической одноосновной кислоты был взят, если для его анализа потребовалось 91 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho=1,1$ г/мл), причем щелочь была взята с 10%-ным избытком? Получено 18,86 г натриевой соли.
- Нарисуйте ПМР-спектр уксусной кислоты.

Вариант 8

- Получите неполный хлорангидрид щавелевой кислоты.
- Осуществите превращения:
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_3 \xrightarrow{[\text{O}]} \text{А} \xrightarrow[\text{H}^+]{\text{CH}_3\text{OH}} \text{Б} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{В}.$
- Сколько граммов жира, представляющего собой чистый триолеин, было взято для гидрирования двойной связи, если в образовавшейся в результате его гидролиза кислоте потребовались 13,44 л водорода (н.у.)?
- Можно ли с помощью ИК-спектров различить:



Вариант 9

- Напишите схему дегидратации яблочной кислоты. Назовите продукт реакции.
- Осуществите превращения:
 $\alpha\text{-Оксимасляная кислота} \longrightarrow \text{Хлорангидрид } \alpha\text{-хлормасляной кислоты}.$
- Отличительным свойством муравьиной кислоты является ее восстановительная способность, например:

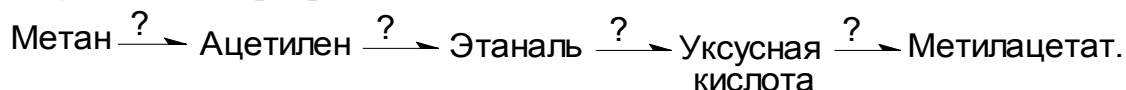


Составьте электронные уравнения, укажите восстановитель и окислитель. Сколько граммов ртути восстанавливают 3 моля муравьиной кислоты?

4. Нарисуйте спектр ПМР масляной кислоты.

Вариант 10

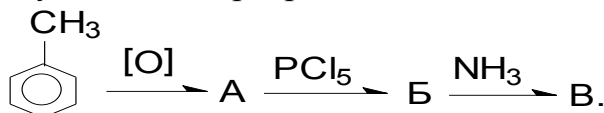
1. Напишите схему реакции, протекающей при нагревании β -оксикапроновой кислоты.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько г стеариновой кислоты можно извлечь из куска хозяйственно-го мыла, содержащего 113 г стеарата натрия?
4. Нарисуйте спектр ПМР пировиноградной кислоты.

Вариант 11

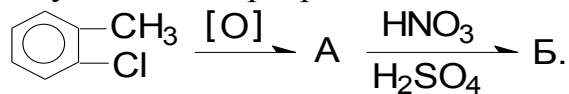
1. Напишите схему реакции получения полуацетала глиоксальной кислоты.
2. Осуществите превращения:



3. Исходя из ацетилена, получите винилацетат $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$. Составьте уравнения реакций.
4. Нарисуйте спектр ПМР пропановой кислоты.

Вариант 12

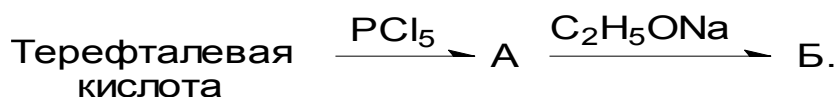
1. Получите γ -оксвалериановую кислоту из соответствующей оксикислоты. Назовите оксикислоту по номенклатуре IUPAC.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько тонн мыла можно получить при омылении жира, состоящего из тристеарина, если на этот процесс израсходовано 6 т гидроксида натрия? Выход продукта 85% от теоретического.
4. Можно ли, используя ИК- и УФ-спектры, различить молочную и пировиноградную кислоты?

Вариант 13

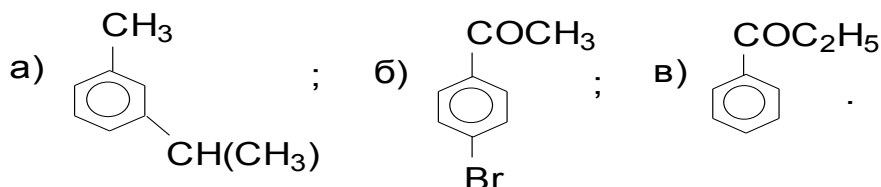
1. Напишите схему образования лактида молочной кислоты.
2. Осуществите превращения:



3. На нейтрализацию 8,4 г жира потребовалось 90 мл 0,01 н раствора гидроксида калия. Вычислите кислотное число жира, зная, что оно характеризуется количеством миллиграммов KOH, нейтрализующих свободные жирные кислоты, содержащиеся в 1 г жира.
4. Нарисуйте спектр ПМР пропановой кислоты.
- 5.

Вариант 14

1. Какие ароматические кислоты получатся при окислении соединений:



2. Как различить водные растворы уксусной и муравьиной кислот? Напишите уравнения реакций.
3. При окислении 5,8 г неизвестного кислородсодержащего органического вещества получена уксусная кислота. Для полной нейтрализации газа, образовавшегося при сжигании кислоты, потребовалось 80 мл 28%-ного раствора гидроксида калия ($\rho = 1,25$ г/мл). Какое вещество взято для окисления? Сколько граммов уксусной кислоты получено?
4. Нарисуйте спектр ПМР гликолевой кислоты.

Вариант 15

1. Напишите уравнения реакций гидролиза и последующего декарбоксилирования следующих соединений: а) 3,3-диброммасляной кислоты; б) 2,2-дихлоркапроновой кислоты.
2. Осуществите превращения:
Фенол \longrightarrow Фениловый эфир салициловой кислоты.
3. При окислении предельного одноатомного спирта А получена с выходом 80% карбоновая кислота Б с тем же числом атомов С. При действии на кислоту избытка цинка выделилось 4,48 л водорода (н.у.). Какая кислота и в каком количестве получена, если при дегидротации спирта А образуется изобутен?
4. Нарисуйте спектр ПМР метилформиата.

7.9. Углеводы

1. Для моносахарида ... построить оптический антипод и всевозможные кольчатые таутомеры. Назвать таутомеры.
2. Химические свойства моносахарида
3. Из моносахаридов ... построить восстанавливающий и невосстанавливающий дисахариды.
4. Решить задачу.

Вариант 1

1. D-галактоза.
2. L-фруктоза.
3. α -D-галактоза и β -D-фруктоза.
4. При брожении глюкозы получено 115 г спирта. Какой объем займет при этом углекислый газ (н.у.)?

Вариант 2

1. L-Рибоза.
2. D-фруктоза.
3. α -D-глюкоза и α -D-галактоза.
4. Как доказать наличие глюкозы в виноградном соке?

Вариант 3

1. D-манноза.
2. D-дезоксирибоза.
3. α -D-дезоксирибоза и β -D-манноза.
4. При помощи каких реакций можно отличить сахарозу от мальтозы?

Вариант 4

1. L-аллоза.
2. D-арабиноза.
3. α -L-аллоза и β -D-арабиноза.
4. Имеются три склянки с растворами глюкозы, сахарозы и крахмала. Как различить эти вещества?

Вариант 5

1. L-альтроза.
2. D-фруктоза.
3. α -L-альтроза и α -D-фруктоза.
4. Сколько глюкозы можно получить из 1 т картофеля, содержащего 22% крахмала, если выход глюкозы составляет 80% от теоретического?

Вариант 6

1. D-галолаза.
2. D-ксилоза.
3. α -D-галолаза и α -D-ксилоза.
4. Из 100 г обеззоленной фильтровальной бумаги в результате гидролиза получили 56 г глюкозы. Вычислите выход глюкозы.

Вариант 7

1. L-ликсоза.
2. D-гулоза.
3. β -D-гулоза и α -D-гулоза.

4. Глюкоза была подвергнута спиртовому брожению с выходом 80%. Для нейтрализации образовавшегося углекислого газа потребовалось 65,57мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,22$ г/мл). Сколько граммов глюкозы подвергли гидролизу? Сколько граммов гидрокарбоната натрия при этом образовалось?

Вариант 8

1. D-арабиноза.
2. L-гулоза.
3. α -D-арабиноза и β -L-гулоза.
4. Из 85 г ваты (95% целлюлозы) получили гидролизом 89 г глюкозы. Вычислите выход глюкозы.

Вариант 9

1. L-галактоза.
2. D-треоза.
3. 2 молекулы α -D-галактозы.
4. Рассчитайте количество металлического серебра, полученного взаимодействием 18 г глюкозы с аммиачным раствором оксида серебра, если выход продукта реакции составляет 75%. Какой объем газа (н.у.) выделится при спиртовом брожении такого же количества глюкозы, если процесс протекает только на 60%?

Вариант 10

1. D-ликсоза.
2. D-эритроза.
3. α -D-манноза и β -D-галактоза.
4. Сколько граммов глюкозы потребуется для получения 11,2 л этилена (н.у.) путем последовательных процессов - спиртового брожения и дегидратации образующегося спирта? Выход этилена 50%.

Вариант 11

1. D-ликсоза.
2. L-треоза.
3. 2 молекулы β -D-маннозы.
4. Сколько граммов глюкозы было подвергнуто спиртовому брожению, если при этом выделилось столько же газа, сколько его образуется при сгорании 16 т метанола?

Вариант 12

1. D-ксилоза.

2. D-глицериновый альдегид.
3. α -D-ксилоза и α -D-глюкоза.
4. Сколько граммов сахарозы нужно подвергнуть гидролизу, чтобы из образующейся при этом глюкозы получить 27 г молочной кислоты? Молочно-кислое брожение протекает с выходом 50%.

Вариант 13

1. L-Манноза.
2. L-глицериновый альдегид.
3. β -D-галактоза и α -D-глюкоза.
4. Сколько литров углекислого газа (н.у.) выделяется при спиртовом брожении 360 г глюкозы? Выход составляет 60%.

Вариант 14

1. L-рибоза.
2. Диоксиацетон.
3. 2 молекулы β -D-альтрозы.
4. Какое количество глюкозы и фруктозы получится при гидролизе сахарозы, если на этот процесс израсходовано 252 г воды? Выход продуктов 80%.

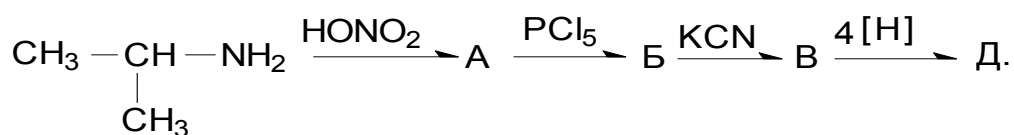
Вариант 15

1. D-ксилоза.
2. L-идоза.
3. α -D-талоза и β -D-талоза.
4. Определите выход этилового спирта, если известно, что из 2 т картофеля, содержащего 20% крахмала, получено 200 л спирта ($\rho = 0,8$ г/мл).

7.10. Азотсодержащие органические соединения

Вариант 1

1. Напишите схемы реакций аланина: а) с водным раствором гидроксида натрия; б) с соляной кислотой.
2. Осуществите превращения:



3. При нитровании 15,6 г бензола смесью концентрированных азотной и серной кислот получено с выходом 90% моонитропроизводное. Какой объем амина ($\rho = 1,02$ г/мл) получится при восстановлении этого нитросоединения, если выход амина составляет 75% от теоретического?

4. Нарисуйте спектр ПМР анилина.

Вариант 2

1. Напишите схему взаимодействия холина с соляной кислотой. Назовите холин по номенклатуре IUPAC. Какова физиологическая роль холина?
2. Осуществите превращения:

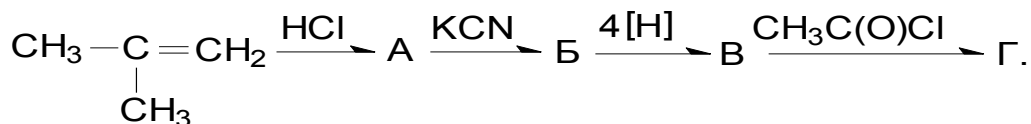


3. Через 10 г смеси бензола, анилина и фенола пропустили сухой хлористый водород. Получили 1,3 г осадка. На нейтрализацию такого же количества смеси потребовалось 3,35 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,2$ г/мл). Определите состав смеси.
4. Можно ли, используя УФ-спектроскопию, различить:



Вариант 3

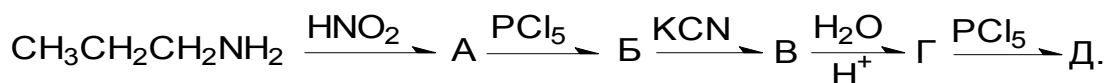
1. Напишите уравнения реакций, позволяющих различить этиламин и метилэтиламин.
2. Осуществите превращения:



3. Определите строение вещества состава $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$, если оно реагирует с раствором гидроксида калия, соляной кислотой, этиловым спиртом (в присутствии соляной кислоты) с образованием соединений состава, соответственно, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{NK}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{ClO}_2\text{N}$ и $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$.
4. Какие полосы поглощения присутствуют в ИК-спектре коламина?

Вариант 4

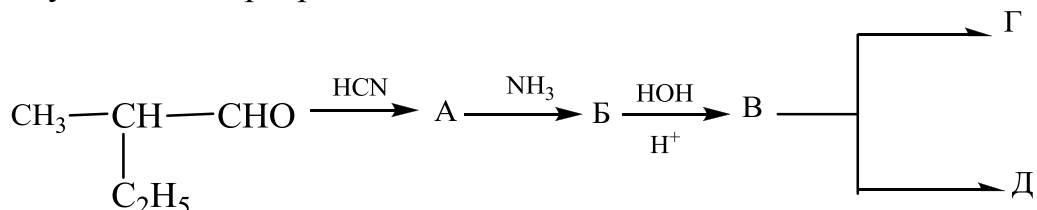
1. Напишите схему реакции декарбосилирования лизина. Назовите продукт.
2. Осуществите превращения:



3. Какое количество 2-нитропропана необходимо для получения 1 кг 2-аминопропана, если выход амина составляет 92% от теоретического?
4. Нарисуйте спектр ПМР n-аминобензойной кислоты.

Вариант 5

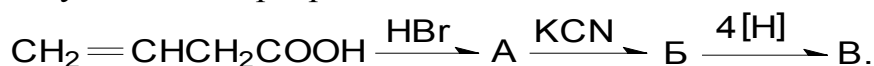
1. Напишите схему взаимодействия бромистоводородного холина с уксусным ангидридом. Назовите продукт реакции.
2. Осуществите превращения:



3. К 200 мл раствора анилина добавили избыток брома. Выпало 3,3 г осадка. Определите массовую долю анилина в растворе ($\rho=1,01\text{г/мл}$).
4. Нарисуйте спектр ПМР глицина.

Вариант 6

1. Напишите схему взаимодействия коламина с азотистой кислотой.
2. Осуществите превращения:



3. Сколько граммов глицина потребуется для получения 15,54 г глицилфенилаланина?
4. Нарисуйте спектр ПМР изопропилбензола.

Вариант 7

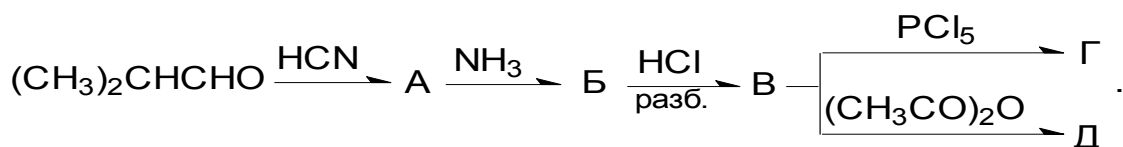
1. Какой продукт образуется при реакции путресцина с избытком соляной кислоты?
2. Осуществите превращения:



3. Синтезируйте из толуола, пользуясь неорганическими реагентами: а) о-аминобензойную кислоту; б) п-аминобензойную кислоту.
4. Нарисуйте спектр ПМР циклогексиламина.

Вариант 8

1. Получите любым способом 2-пентиламин и напишите для него реакции с соляной кислотой, азотистой кислотой и уксусной кислотой.
2. Осуществите превращения:

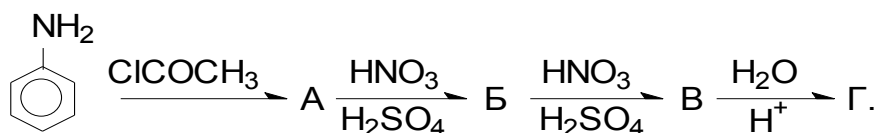


3. Соединение молекулярной формулы $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$ взаимодействует с азотистой кислотой с образованием спирта $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$, который окисляется во фталевую кислоту. Определите структурную формулу соединения.

4. Можно ли, используя УФ-спектры, различить $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ и $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$?

Вариант 9

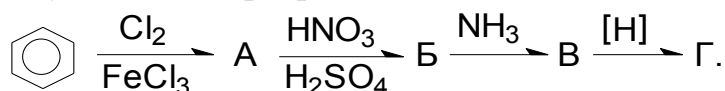
- Какой продукт получится при реакции цистеина с аммиачным раствором гидроксида меди?
- Осуществите превращения:



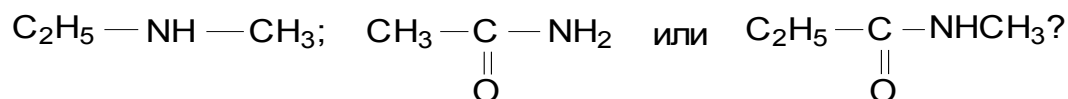
- 18 мл бензольного раствора фенола и анилина ($\rho = 1,0$ г/мл) последовательно обработали щелочью, а затем соляной кислотой, причем вес раствора уменьшился на 3,6 и 5,4 г соответственно. Определите состав исходного раствора.
- Чем отличаются ИК-спектры ди- и триметиламина?

Вариант 10

- Напишите схему реакции гексаметилендиамина с двумя молекулами азотистой кислоты.
- Осуществите превращения:

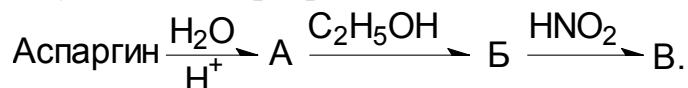


- Какой объем 10%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,1$ г/мл) потребуется для нейтрализации аланина, полученного из 3,2 г карбида кальция?
- В ИК-спектре соединения присутствуют полосы 3450 , 3340 и 1630см^{-1} . Какому из соединений соответствует спектр:



Вариант 11

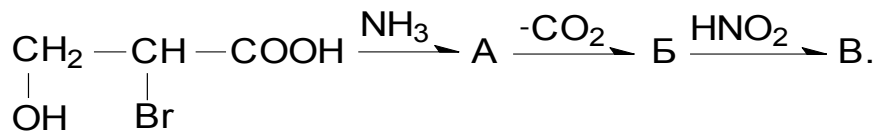
- Какое соединение получится при нагревании α -аминомасляной кислоты?
- Осуществите превращения:



3. С помощью каких реакций можно различить *p*-толуидин, *N*-этиланилин и *N,N*-диэтиланилин?
4. Нарисуйте спектр ПМР диэтиламина

Вариант 12

1. Напишите схему взаимодействия коламина с фосфорной кислотой.
2. Осуществите превращения:



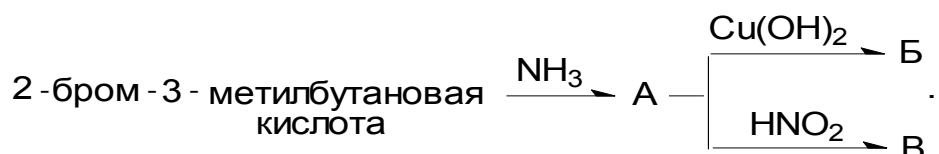
3. Первичный амин образует с бромводородом соль, которая содержит 63,5% брома. Определить молекулярную массу и формулу амина.
4. Нарисуйте спектр ПМР триметиламина.

Вариант 13

1. Получите трипептид из аланина, глицина и лейцина.
2. Осуществите превращение ацетилен в β -аланил- β -аланин.
3. Определите строение вещества состава $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$, которое обладает амфотерными свойствами, при взаимодействии с азотной кислотой выделяет азот, с этанолом образует соединение состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$, а при нагревании переходит в вещество состава $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{NO}_2$.
4. Нарисуйте спектр ПМР циклопентиламина.

Вариант 14

1. Получите из бензола *p*-аминофенол.
2. Осуществите превращения:



3. Соединение состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$ растворяется в щелочах и кислотах, с этиловым спиртом образует вещество состава $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO}_2$. Исследуемое соединение при нагревании теряет аммиак и переходит в соединение, при окислении которого образуется ацетон и щавелевая кислота. Определите строение соединения.
4. Можно ли, используя ИК-спектры различить:



Вариант 15

1. Получите из пропилового спирта диизопропиламин.
2. Осуществите превращения:



3. Получите анилин, исходя из метана и не используя другие органические соединения. Укажите условия проведения реакций.
4. Нарисуйте спектр ПМР метилэтиламина.

7.11. Гетероциклические соединения и нуклеиновые кислоты

Вариант 1

1. Напишите формулы 2-метилтиофена и α -оксипиридина.
2. Напишите изомеры пиридинкарбоновых кислот и назовите их.
3. Что такое нуклеозиды? Приведите пример.

Вариант 2

1. Напишите схему превращения пятичленных гетероциклов по Юрьеву.
2. Напишите возможные таутомерные формы цитозина.
3. Перечислите продукты, получающиеся при гидролизе РНК (с указанием промежуточных продуктов).

Вариант 3

1. Как гистамин реагирует с азотистой кислотой? Напишите уравнение реакции и назовите продукты.
2. Напишите структурную формулу кордиамина (диэтиламида никотиновой кислоты).
3. Дайте определения РНК и ДНК. Где они содержатся?

Вариант 4

1. Напишите схему сульфирования тиофена.
2. Чем объясняются слабые основные свойства пиридина? Приведите примеры.
3. Напишите формулу пурина. Назовите гетероциклы, из которых он состоит и пронумеруйте атомы.

Вариант 5

1. Напишите схему превращения пролина в хлорангидрид и амид.
2. Какие реакции электрофильного замещения характерны для пиридинового кольца? Приведите примеры.
3. Напишите формулу гуанозина.

Вариант 6

1. Какие свойства (кислые или основные) имеет серотонин? Подтвердите ответ схемами реакций.

2. Какие реакции нуклеофильного замещения характерны для пиридина? Приведите примеры.
3. Напишите структурную формулу уридинтрифосфата.

Вариант 7

1. Чем объясняется ароматический характер шестичленных гетероциклов?
2. Напишите схемы реакций восстановления тиофена и пиридина.
3. Напишите структурные формулы производных пиримидина, входящих в состав ДНК.

Вариант 8

1. Как изменяются основные свойства пиррола при его частичном и полном гидрировании?
2. Напишите схему взаимодействия индола с бромом.
3. Напишите формулы производных пурина, входящих в состав нуклеиновых кислот.

Вариант 9

1. Какими реакциями можно доказать ароматический характер тиофена?
2. Напишите схему взаимодействия пиперазина с серной кислотой.
3. Напишите структурную формулу цитидинмонофосфата.

Вариант 10

1. Напишите уравнения реакций фурфурола (α -фурилкарбальдегида) с гидросульфитом натрия и гидразином.
2. Напишите и назовите формулы шестичленных гетероциклов с двумя атомами азота.
3. Назовите основания, входящие в состав РНК.

Вариант 11

1. Что такое гетероциклы? Дайте определение. Напишите формулу и назовите пятичленный гетероцикл с двумя атомами азота.
2. Напишите схему реакции пурина с соляной кислотой.
3. Напишите схему гидролиза гуанозинмонофосфата.

Вариант 12

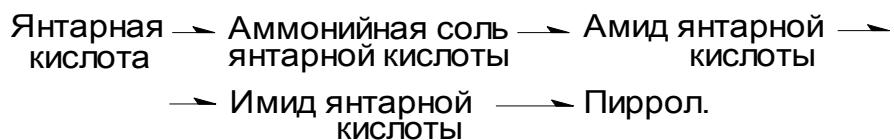
1. Напишите уравнение реакции серебряного зеркала для пиридоксала.
2. Напишите схему получения амида β -пиридинкарбоновой кислоты (витамина РР) из β -метилпиридина.
3. Получите нуклеотид из β -D-рибофуранозы, урацила и фосфорной кислоты.

Вариант 13

1. Напишите схему нитрования фурана.
2. Получите из β -метилпиридина этиловый эфир никотиновой кислоты.
3. Получите нуклеозид из тимина и β -D-дезоксирибозы.

Вариант 14

1. Осуществите превращения:



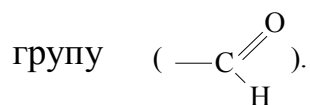
2. Напишите и назовите таутомерные формы гуанина.
3. Напишите формулу гетероауксина и назовите его по рациональной номенклатуре.

Вариант 15

1. Напишите схему сульфирования пиррола.
2. Напишите таутомерные формы цитозина.
3. Напишите формулу аденозинмонофосфата.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПЕРСОНАЛИЙ (ГЛОССАРИЙ)

Альдегиды – органические соединения, содержащие альдегидную оксо-



Альдегидокислоты - органические соединения, содержащие два типа

функциональных групп: альдегидную оксогруппу $(-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H})$ и карбоксильную группу $(-\text{COOH})$.

Аминокислоты – органические соединения, содержащие два типа функциональных групп с противоположными свойствами: основную аминогруппу $(-\text{NH}_2)$ и кислотную карбоксильную группу $(-\text{COOH})$

Аминоспирты – органические соединения, содержащие два типа функциональных групп: спиртовую гидроксильную группу $(-\text{OH})$ и аминогруппу $(-\text{NH}_2)$.

Амины - органические соединения, продукты замещения водорода в аммиаке на органические радикалы.

Белки – высокомолекулярные органические соединения (полипептиды), построенные из остатков α -аминокислот, соединенных между собой пептидными (амидными) связями.

Гетероциклические соединения – циклические органические соединения, содержащие в цикле кроме атомов углерода один или несколько атомов других элементов – гетероатомов: кислород, азот, серу и др.

Изомеры – соединения с одинаковым качественным и количественным составом, но отличающиеся последовательностью связывания атомов или расположением их в пространстве.

Индуктивный эффект – влияние заместителя на электронную плотность молекулы путем смещения электронов σ -связи.

Карбоновые кислоты – органические соединения, содержащие карбоксильную группу $(-\text{COOH})$.

Кетокислоты – органические соединения, содержащие два типа функциональных групп: кетонную оксогруппу $(>\text{C} = \text{O})$ и кислотную карбоксильную группу $(-\text{COOH})$.

Кетоны – органические соединения, содержащие кетонную оксогруппу $(>\text{C} = \text{O})$.

Липиды – разнородная группа природных соединений, объединяемых общим свойством – практической нерастворимостью в воде и хорошей растворимостью в органических растворителях.

Мезомерный эффект – влияние заместителя на электронную плотность молекулы путем смещения π -электронной плотности кратных связей или неподеленных электронных пар гетероатомов.

Мыла – соли высших карбоновых кислот.

Нуклеозиды – природные гликозиды гетероциклических азотистых оснований, которые связаны с пентозами (рибозой или дезоксирибозой) через атом азота.

Нуклеотиды – сложные кислые эфиры нуклеозидов и фосфорной кислоты.

Нуклеофилы – частицы или фрагменты молекул, содержащие подвижную электронную пару, которые в результате реакции образуют химическую связь с электрофилом, отдавая ему эту электронную пару.

Пестициды – препараты для борьбы с вредоносными или нежелательными микроорганизмами, растениями и животными.

Поликонденсация – процесс образования полимеров путем химического взаимодействия молекул мономеров, сопровождающееся выделением низкомолекулярных веществ (воды, хлороводорода, аммиака, спирта и др.).

Полимеризация – реакции последовательного соединения молекул с кратной связью к активному центру, находящемуся в конце растущей цепи, приводящая к получению высокомолекулярного соединения.

Радикалы – частицы с неспаренным электроном.

Связь химическая – совокупность сил, связывающих атомы или молекулы в устойчивые структуры.

Спирты – класс органических соединений, содержащих гидроксильную группу (—OH), связанную с насыщенным атомом углерода.

Таутомерия – явление равновесной динамической изомерии, при которой происходит быстрое обратимое самопроизвольное превращение структурных изомеров, сопровождающееся миграцией подвижной группы между двумя центрами молекул.

Углеводороды – класс органических соединений, молекулы которого содержат только углеродные и водородные атомы.

Углеводы – природные органические соединения, состав которых можно выразить формулой $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$, т.е. формально большинство углеводов состоят из углерода и элементов воды.

Электрофилы – частицы или фрагменты молекул, содержащие свободную орбиталь или имеющие недостаток электронной плотности, которые в результате реакции образуют связь с нуклеофилом, акцептируя его электронную пару на свою вакантную орбиталь.

Эфиры простые – класс органических соединений, содержащие сложно

эфирную функциональную группу $\left(\begin{array}{c} \diagup \\ \text{—C—O—C—} \\ \diagdown \end{array} \right)$

Эфиры сложные – класс органических соединений, содержащие сложно-

эфирную функциональную группу $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OR} \end{array} \right)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грандберг И.И. Органическая химия: Учебник / И.И. Грандберг.- М.: Дрофа, 2004.-672 с.
2. Органическая химия. Опорный конспект и варианты домашних заданий. Учебное пособие / Л.П. Юнникова, Н.Н. Яганова. Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2004.-104 с. Гриф УМО вузов РФ по аграрному образованию I SB N 5-94279-024-8.
3. Пак В.Д. Органическая химия. Учебное пособие / В.Д. Пак, Н.Н. Яганова, Г.А. Гартман.- Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2006.-267 с. Гриф УМО вузов РФ по аграрному образованию I SB N 5-94279-041-8.
4. Слесарев В.И. Химия: Основы химии живого: Учеб для вузов. / В.И. Слесарев- Спб: Химиздат, 2003.-784 с.

Приложение 1

Русские, латинские названия и относительные атомные массы Ar некоторых химических элементов

Символ элемента	Русское название	Латинское название	Ar, а.е.м.	Символ элемента	Русское название	Латинское название	Ar, а.е.м.
Ag	Серебро	Argentum	107,86	Mg	Магний	Magnesium	24,305
Al	Алюминий	Aluminium	26,968	Mn	Марганец	Manganum	54,938
As	Мышьяк	Arsenicum	74,902	Mo	Молибден	Molybdaem	95,94
Au	Золото	Aurum	106,977	N	Азот	Nitrogenium	14,007
B	Бор	Borum	10,811	Na	Натрий	Natrium	22,990
Ba	Барий	Barium	137,327	Ni	Никель	Niccolum	58,69
Be	Бериллий	Berillium	9,012	O	Кислород	Oxygenium	15,999
Br	Бром	Bromum	79,904	Pb	Свинец	Phosphorus	207,2
C	Углерод	Carboneum	12,011	Rb	Рубидий	Rubidium	85,468
Ca	Кальций	Calcium	40,078	S	Сера	Sulfur	32,066
Cl	Хлор	Chlorum	35,453	Sb	Сурьма	Stibium	121,75
Co	Кобальт	Cobaltum	58,933	Se	Селен	Selenium	78,96
Cr	Хром	Chronium	51,996	Si	Кремний	Silicium	28,086
Cs	Цезий	Caesium	132,915	Sn	Олово	Stannum	118,710
Cu	Медь	Cuprum	63,546	Sr	Стронций	Strontium	87,62
F	Фтор	Fluorum	18,998	Te	Теллур	Tellurium	127,60
Fe	Железо	Ferrum	55,847	Ti	Титан	Titanium	47,88
H	Водород	Hydrogenium	1,008	U	Уран	Uranium	238,029
Hg	Ртуть	Hydrargyrum	200,59	V	Ванадий	Vanadium	50,942
J	Йод	Jodum	126,904	W	Вольфрам	Wolframium	183,85
K	Калий	Kalium	39,098	Zn	Цинк	Zincum	65,39
Li	Литий	Lithium	6,941				

Суффиксы и префиксы классов органических соединений

Количество атомов углерода в цепи	Корень слова	Суффиксы / префиксы органических соединений								Префиксы
		Алканы (C – C)	Алкены (C = C)	Алкины (C ≡ C)	Спирты (ОН)	Альдегиды $\begin{array}{c} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Кетоны (C = O)	Кислоты $\begin{array}{c} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Соли и сл. эфиры	Амины NH ₂
C ₁	мет	ан	-	-	ол / гидрокси	аль	-	овая	оат	-амино-
C ₂	эт	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	-	овая	оат	-амино-
C ₃	проп	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₄	бут	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₅	пент	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₆	гекс	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₇	гепт	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₈	окт	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₉	нон	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-
C ₁₀	дек	ан	ен	ин	ол / гидрокси	аль	он / оксо	овая	оат	-амино-


**План коллоквиума по теме:
«Окси- и оксо-производные углеводов»**

1. Гомологический ряд спиртов, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот (до C₇) с названиями.
2. Изомеры и гомологи (не менее 3-х) следующих соединений: бутанол-1, бутаналь-1, бутанон-2, бутановая кислота, метилбутаноат, 2-хлорфенол.
3. Используя общие методы органической химии (реакции окисления, восстановления, гидролиза и оксосинтеза) получить следующие соединения: пропанол-2, пропанол-1, пропаналь, пропанон-2, пропановую кислоту.
4. Получить фенол кумольным методом и объяснить преимущества этого промышленного метода по сравнению с методом получения через бензосульфокислоту.
5. Химические свойства фенолов (нитрование, сульфирование, галоидирование, правило ориентации). Механизм. Примеры применения в медицине (синтез аспирина); в быту (фенолформальдегидные смолы), которые можно формовать.
6. Химические свойства спиртов (синтез простых и сложных эфиров, масел). Полимеризация непредельного сложного эфира метилметакрилата (орг. стекло).
7. Альдегиды и кетоны (реакции присоединения, окисления, замещения).
 - 7.1. Механизм реакции присоединения HCN к альдегидам и кетонам EN.
 - 7.2. Окисление бутанала и бутанона.
 - 7.3. Имины (азометины, основания Шиффа), их биологическая роль. Пиридоксальный катализ (Нобелевская премия: Бронштейн, Шемякин 1952 г.). Написать переаминирование аспарагиновой кислоты в цистеин с помощью пиридоксальфосфата.
8. Карбоновые кислоты и их производные (ангидриды, хлорангидриды, амиды, соли (мыла)). Получение и химические свойства. Незаменимые кислоты.
9. Применение окси- и оксо-производных углеводов в народном хозяйстве.
 - 9.1. Какие вещества используют для получения:
 - искусственного волокна, ковров, тканей для обивки мебели;
 - пленки для магнитофонных и счетно-вычислительных машин;
 - пуленепробиваемых прозрачных стекол (например, окна и шлемы космонавтов);
 - лаки-высыхающие масла?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В ЦЕЛОМ (ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ)

1. Предмет – органическая химия. Природные источники органических соединений: природный газ, нефть, каменный уголь. Связь органической химии с биологическими и сельскохозяйственными науками.
2. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Изомеры. Типы изомерии: структурная, геометрическая (цис-, транс-изомерия), оптическая.
3. Понятие об углеводородном радикале и функциональной группе. Типы классификации органических веществ: по строению углеводородного радикала и по функциональным группам.
4. Алканы (предельные углеводороды). Общая формула. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение алканов. Способы получения. Физические и химические свойства. Механизм радикального замещения. Природные источники и применение алканов.
5. Алкены. Общая формула. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение алкенов. Способы получения. Физические и химические свойства. Механизм реакции электрофильного присоединения АЕ. Применение.
6. Алкины. Общая формула. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение. Способы получения. Физические и химические свойства. Применение.
7. Алкадиены. Изомерия и номенклатура. Особенности химических свойств сопряженных диенов. Полимеризация каучука.
8. Высокомолекулярные соединения (ВМС). Мономер, структурное звено, степень полимеризации, полимер. Применение полимеров. Способы их получения: полимеризация, поликонденсация.
9. Арены (ароматические углеводороды). Правило ароматичности Хюккеля. Строение бензола. Изомерия и номенклатура углеводородов ряда бензола. Способы получения. Физические и химические свойства. Механизм реакции электрофильного замещения. Направляющее действие заместителей. Реакции радикального галогенирования. Применение.
10. Алкоголи (одноатомные предельные спирты). Функциональная группа. Общая формула. Изомерия и номенклатура. Гомологический ряд. Получение. Физические и химические свойства. Применение.
11. Глицерин, как представитель многоатомных спиртов. Нахождение в природе. Получение. Физические и химические свойства. Применение.
12. Фенолы. Функциональная группа. Изомерия и номенклатура. Получение. Физические и химические свойства. Отличие фенолов от спиртов. Применение.

13. Альдегиды и кетоны. Сходство и различие альдегидов и кетонов. Номенклатура. Изомерия. Получение. Физические и химические свойства. Применение.
14. Карбоновые кислоты. Функциональная группа. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Применение.
15. Липиды, как сложные эфиры глицерина. Отличие твердых жиров от жидких. Переработка жиров: гидролиз, омыление, гидрирование. Промышленное значение.
16. Оксикислоты. Функциональные группы. α -, β - и γ -оксикислоты. Оптическая изомерия. Номенклатура. Получение. Физические и химические свойства. Биологическое значение.
17. Углеводы. Общая формула. Классификация: по числу атомов углерода и характеру оксогруппы. Нахождение в природе. Биологическая роль.
18. Моносахариды. Альдозы и кетозы. Оптическая изомерия. Кольчаточная таутомерия. Химические свойства. Получение.
19. Дисахариды. Восстанавливающие дисахариды (мальтоза). Невосстанавливающие дисахариды (сахароза). Гидролиз. Реакция с реактивом Фелинга.
20. Гомополисахариды. Общая формула. Крахмал. Клетчатка. Различия в строении. Гидролиз полисахаридов. Эфиры клетчатки, их использование в народном хозяйстве.
21. Амины. Функциональная группа. Изомерия и номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Основной характер аминов.
22. Аминокислоты. Функциональные группы. α -, β -, γ -аминокислоты. Оптическая изомерия. Номенклатура. Получение. Физические и химические свойства аминокислот: амфотерность, образование пептидов. Биологическая роль.
23. Гетероциклические соединения (ГЦС). Пиридин, как представитель ГЦС. Ароматичность. Правило Хюккеля. Реакции электрофильного замещения. Основность пиридина. Никотиновая кислота. Витамин РР.
24. Нуклеиновые кислоты: ДНК и РНК. Структура и состав нуклеиновых кислот в синтезе белка.
25. Физико-химические методы идентификации функциональных групп органических соединений: $C=C$, $C\equiv C$, $=OH$, CHO , $COOH$, NH_2 . Применение УФ-, ИК- и ПМР-спектроскопии.

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева						VII		VIII		
								(H)				
1	1	H 1 1,00794 водород								2 He 4,002602 гелий	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.	
2	2	Li 3 6,941 литий	Be 4 9,01218 бериллий	5 B 10,811 бор	6 C 12,011 углерод	7 N 14,0067 азот	8 O 15,9994 кислород	9 F 18,998403 фтор	10 Ne 20,179 неон			
3	3	Na 11 22,98977 натрий	Mg 12 24,305 магний	13 Al 26,98154 алюминий	14 Si 28,0855 кремний	15 P 30,97376 фосфор	16 S 32,066 сера	17 Cl 35,453 хлор	18 Ar 39,948 аргон			
4	4	K 19 39,0983 калий	Ca 20 40,078 кальций	Sc 21 44,95591 скандий	Ti 22 47,88 титан	V 23 50,9415 ванадий	Cr 24 51,9961 хром	Mn 25 54,9380 марганец	Fe 26 55,847 железо	Co 27 58,9332 кобальт		
	5	29 Cu 63,546 медь	30 Zn 65,39 цинк	31 Ga 69,723 галлий	32 Ge 72,59 германий	33 As 74,9216 мышьяк	34 Se 78,96 селен	35 Br 79,904 бром	36 Kr 83,80 криптон			
5	6	Rb 37 85,4678 рубидий	Sr 38 87,62 стронций	Y 39 88,9059 иттрий	Zr 40 91,224 цирконий	Nb 41 92,9064 ниобий	Mo 42 95,94 молибден	Tc 43 [98] технеций	Ru 44 101,07 рутений	Rh 45 102,9055 родий	Pd 46 106,42 палладий	
	7	47 Ag 107,8682 серебро	48 Cd 112,41 кадмий	49 In 114,82 индий	50 Sn 118,710 олово	51 Sb 121,75 сурьма	52 Te 127,60 теллур	53 I 126,9045 йод	54 Xe 131,29 ксенон			
6	8	Cs 55 132,9054 цезий	Ba 56 137,33 барий	La* 57 138,9055 лантан	Hf 72 178,49 гафний	Ta 73 180,9479 тантал	W 74 183,85 вольфрам	Re 75 186,207 рений	Os 76 190,2 осмий	Ir 77 192,22 иридий	Pt 78 195,08 платина	
	9	79 Au 196,9665 золото	80 Hg 200,59 ртуть	81 Tl 204,383 галлий	82 Pb 207,2 свинец	83 Bi 208,9804 висмут	84 Po [209] полоний	85 At [210] астат	86 Rn [222] радон			
7	10	Fr 87 [223] франций	Ra 88 [226] радий	Ac** 89 [227] актиний	Rf 104 [261] резерфордий	Db 105 [262] дубний	Sg 106 [263] сигборгий	Bh 107 [262] борий	Hs 108 [265] гасий	Mt 109 [266] майтнерий	Ds 110 [271] дармштадтий	
	11	111 Rg [272] рентгений	112 Uub [285] унунбий	113 (Uut) [] унунтрий	114 Uuq [287] унунквадий	115 (Uup) [] унунпентий	116 Uuh [292] унунгексий	117 (Uus) [] унунсептий	118 Uuo [293] унуноктий			

* Лантаноиды

Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 гадолиний	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

** Актиноиды

Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] амерций	Cm 96 [247] кюрий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калифорний	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	Lr 103 [260] лоуренсий
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3 – 4
Принятые сокращения.....	5
Глава 1. Теоретические основы органической химии.....	6 – 19
Глава 2. Молекулярная спектроскопия	19 – 24
Глава 3. Углеводороды	
3.1. Предельные углеводороды	25
3.2. Этиленовые углеводороды	26
3.3. Ацетиленовые углеводороды	27
3.4. Диеновые углеводороды	27 – 28
3.5. Ароматические углеводороды	28 – 30
Глава 4. Кислородосодержащие органические соединения	
4.1. Спирты.....	30 – 31
4.2. Фенолы.....	31 – 32
4.3. Альдегиды и кетоны	32 – 34
4.4. Жиры, мыла и детергенты	35
4.5. Карбоновые кислоты и их производные	36 – 37
4.6. Углеводы	38 – 45
Глава 5. Азотосодержащие органические соединения	
5.1. Амины	45 – 46
5.2. Аминокислоты	46 – 48
5.3. Амиды кислот, мочевины	48 – 49
Глава 6. Гетероциклические соединения и нуклеиновые кислоты	
6.1. Гетероциклические соединения	50 – 52
6.2. Нуклеиновые кислоты и коферменты	53 – 58
Глава 7. Домашние задания	
7.1. Номенклатура и изомерия в органических соединений.....	59 – 62
7.2. Молекулярная спектроскопия.....	62 – 64
7.3. Алканы (предельные углеводороды).....	64 – 69
7.4. Непредельные углеводороды.....	69 – 73
7.5. Карбоциклические углеводороды.....	73 – 77
7.6. Галогенуглеводороды, спирты, фенолы, простые эфиры.....	77 – 81
7.7. Альдегиды и кетоны.....	81 – 86
7.8. Карбоновые кислоты и их производные.....	86 – 90
7.9. Углеводы.....	90 – 93
7.10. Азотсодержащие органические соединения.....	93 – 98
7.11. Гетероциклические соединения и нуклеиновые кислоты.....	98 – 100

Словарь терминов и персоналий (голосарий).....	101 – 102
Библиографический список.....	103
Приложение 1. Русские, латинские названия и относительные атомные массы Ag некоторых химических элементов.....	104
Приложение 2. Суффиксы и префиксы классов органических соединений..	105
Приложение 3. План коллоквиума по теме «Окси-и оксопроизводные углево- дородов».....	106
Приложение 4. Контрольные вопросы по дисциплине в целом (вопросы к эк- замену.....	107 – 108
Приложение 5. Таблица Д.И. Менделеева.....	109

