

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ  
ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ  
СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АГРАРНЫХ ВУЗОВ**

Ставрополь, 2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ  
СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АГРАРНЫХ ВУЗОВ**

**Ставрополь, 2020**

УДК

ББК

Печатается по решению методической  
комиссии факультета экологии и ландшафтной архитектуры  
и методического совета  
ФБГОУ ВО «Ставропольский  
государственный аграрный университет»

*Рецензенты:*

доктор химических наук, профессор Боровлев И.В.

доктор биологических наук, Оробец В.А.

*Составители:*

доцент Пашкова Е.В.,

доцент Волосова Е.В.,

доцент Шипуля А.Н.,

доцент Безгина Ю.А.

Органическая химия: методические указания по изучению дисциплины и задания для выполнения контрольных работ студентам заочного отделения аграрных вузов. 3-е издание дополненное и переработанное – Ставрополь: СтГАУ, 2020. – 53 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины
2. Классификация органических соединений
3. Углеводороды
4. Галогенопроизводные углеводородов
5. Спирты
6. Фенолы
7. Альдегиды и кетоны
8. Карбоновые кислоты
9. Эфиры. Жиры
10. Углеводы
11. Амины. Амиды
12. Аминокислоты
13. Белки
14. Гетероциклические соединения
15. Нуклеиновые кислоты
16. Биологически активные органические соединения в сельском хозяйстве
17. Задания для контрольных работ
18. Номера вопросов для контрольных работ
19. Вопросы для выполнения контрольной работы
20. Рекомендуемая литература

## **Введение**

В настоящее время органической химией называют химию соединений углерода, а органическими веществами – такие вещества, которые содержат углерод.

Органические вещества являются материальными носителями жизни на Земле. Каждая живая клетка содержит десятки органических соединений, в том числе таких сложных, как липиды, белки, углеводы, нуклеиновые кислоты, гормоны, витамины, которые находятся в постоянных взаимопревращениях, обеспечивая жизнедеятельность организмов. Эти превращения происходят в соответствии с закономерностями, определяющими свойства различных классов органических соединений. Знание этих закономерностей необходимо для последующего изучения таких наук как биохимия, физиология растений и животных, микробиология, фитопатология, почвоведение, генетика и других, являющихся фундаментом биологического образования.

Органические соединения приобрели в настоящее время большое значение и широко вошли во все сферы народного хозяйства. Сельскому хозяйству органическая химия дает средства борьбы с сорняками (гербициды), насекомыми и грибами (инсектициды, фунгициды), высокоактивные препараты, обеспечивающие интенсивный рост и высокую урожайность растений и продуктивность животных.

### **1. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины**

Как правило, студент-заочник сталкивается с большими трудностями при самостоятельном изучении курса органической химии. В процессе изучения дисциплины необходимо ознакомиться с целым рядом совершенно новых понятий и терминов, усвоение и запоминание которых требует систематической работы.

Специфичность органической химии заключается в том, что все классы

органических соединений взаимосвязаны между собой. Поэтому изучение каждого следующего класса нельзя начинать, не изучив предыдущих тем. Таким образом, первое условие успешного усвоения курса – систематическое, строго последовательное изучение материала.

Изучение органической химии необходимо начинать с введения, включающего предмет и пути развития органической химии, её теоретические основы.

При изучении темы «Введение» следует четко определить предмет органической химии и место её среди других химических дисциплин. Особое положение органической химии в системе химических наук обусловлено тем, что она изучает более высокоорганизованную материю, чем неорганическая химия, и тесно связана с биологией.

Следует обратить внимание на своеобразие свойств органических соединений как на одну из основных причин выделения органической химии в самостоятельную науку, а также на огромную роль органических веществ в различных отраслях народного хозяйства.

Основой для правильного и глубокого понимания химической природы органических веществ служит теория химического строения А.М. Бутлерова.

#### Основные положения теории строения:

1. В молекулах соединений существует определенный порядок связи атомов, который и носит название строения.
2. Химические свойства соединения определяются составом и строением его молекул.
3. Различное строение при одном и том же составе и молекулярной массе вещества обуславливает явление изомерии.
4. Атомы в молекуле вещества оказывают взаимное влияние друг на друга, что определяет реакционную способность вещества.

По учебникам следует ознакомиться с методами определения строения органических соединений, составить понятие о принципах качественного анализа органических соединений.

Что касается электронных представлений в органической химии, то во вводной части целесообразно ознакомиться с электронным строением ковалентной, ионной, водородной связи. С электронным строением одинарных, двойных и тройных связей студент познакомится при изучении углеводов.

С целью систематизации знаний по органической химии нужно с самого начала четко усвоить классификацию органических соединений и понятие о функциональных группах.

В межсессионный период студент-заочник должен самостоятельно проработать материал учебника в соответствии с программой. При изучении материала учебника необходимо законспектировать основные положения, записать и запомнить формулы основных веществ, разобрать основные химические реакции, характерные для определенных функциональных групп. После изучения каждой темы следует ответить на вопросы для самостоятельной проверки, приведенные в конце каждой темы данных методических указаний.

После полного усвоения учебного материала в соответствии с учебным планом студент должен выполнить контрольную работу по органической химии.

В период лабораторно-экзаменационной сессии по курсу органической химии читаются лекции, проводятся лабораторно-практические занятия, консультации.

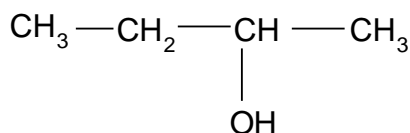
Студенты, получившие зачет по контрольной работе, посетившие все лекции и лабораторные занятия, допускаются к экзамену (зачету).

## ***2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ***

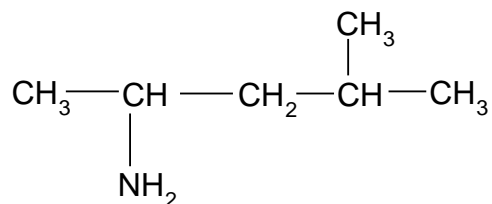
Наиболее прочной и малоизменяемой частью сложного органического вещества является его углеводородная часть и особенно углеродная цепь – углеродный скелет. В зависимости от структуры углеродного скелета все органические вещества классифицируют следующим образом.

### *Ациклические (алифатические) соединения*

Скелет составлен из непосредственно связанных атомов углерода в виде неразветвленной

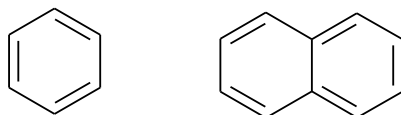


или разветвленной цепи

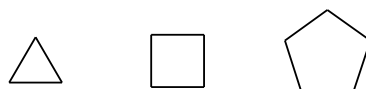


### *Карбоциклические соединения*

В их молекулах углеродные цепи замкнуты в цикл. Карбоциклические органические соединения включают два ряда: алициклический и ароматический. Ароматический ряд объединяет ароматические углеводороды – бензол, нафталин и их производные

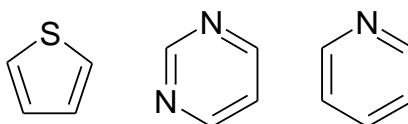


К алициклическим углеводородам относятся циклопропан, циклобутан, циклопентан, а также их производные



### *Гетероциклические соединения*

В циклы молекул наряду с атомами углерода входят атомы и других химических элементов. К ним относятся тиофен, пиримидин, пиридин и т.д.



В каждом из данных рядов все соединения подразделяются по классам в зависимости от состава и строения, функциональных групп.

Функциональная группа – это атом или группа атомов, обуславливаю-



щая особенности химического поведения данной группы органических соединений и определяющая принадлежность этой группы соединений к соответствующему классу.

### ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Название класса	Общая формула
Углеводороды	$R-H$
Галогенопроизводные углеводородов	$R-Hal$
Спирты и фенолы	$R-OH; Ar-OH$
Простые эфиры	$R-O-R'$
Сложные эфиры	$R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} OR' \end{array}$
Карбонильные соединения: альдегиды, кетоны	$R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} H \end{array}, R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} R' \end{array}$
Карбоновые кислоты	$R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} OH \end{array}$
Амиды	$R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} NH_2 \end{array}$
Галогенангидриды	$R-C \begin{array}{l} \text{=} O \\ \text{---} Hal \end{array}$
Меркаптаны	$R-SH$
Амины	$R-NH_2; R_2NH; R_3N$
Нитросоединения	$R-NO_2$
Нитрилы	$R-CN$
Сульфокислоты	$R-SO_3H$
Металлоорганические соединения	$R-Me$

Все классы органических соединений включают как насыщенные вещества, так и ненасыщенные, содержащие кратные связи. Существуют органические соединения со смешенными функциями, т.е. имеющие в молекуле различные функциональные группы.

Вопросы для самопроверки:

1. Что изучает органическая химия?
2. Какова роль органической химии в народном хозяйстве (в частности в сельском хозяйстве)?
3. В чём причины многообразия органических соединений?
4. Каковы основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова?
5. Какие типы химической связи встречаются в органических соединениях?
6. Какие принципы положены в основу классификации органических веществ?

### **3. УГЛЕВОДОРОДЫ**

Углеводородами называются органические соединения, молекулы которых состоят только из атомов углерода и водорода.

По характеру строения углеводородного скелета углеводороды делятся на ациклические (алифатические) и циклические.

В зависимости от наличия в молекуле алифатических углеводородов одинарных и кратных углерод-углеродных связей они делятся на насыщенные (алканы) и ненасыщенные (алкены, алкины и др.).

Циклические углеводороды в зависимости от строения циклов делятся на алициклические (насыщенные и ненасыщенные) и ароматические.

#### **ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ)**

Предельными называются углеводороды, молекулы которых не содержат кратных (т.е. двойных или тройных) связей и циклов.

При изучении номенклатуры алканов следует обратить внимание на

строгое разграничение правил выбора главной цепи и ее нумерации, а также правил записи названия углеводорода. Радикалы в составе соединений следует узнавать при любом способе написания их структурной формулы (порядок связи атомов при этом, разумеется, не изменяется).

Важнейшими природными источниками углеводородов, в том числе и предельных, является нефть, природный и попутный газ. В лаборатории алканы получают реакцией Вюрца, сплавлением солей карбоновых кислот со щелочами и гидрированием непредельных углеводородов.

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

***Вопросы для самопроверки:***

1. Приведите определение гомологического ряда предельных углеводородов. В каком состоянии гибридизации находятся все атомы углерода в молекулах алканов?
2. Какие лабораторные методы получения метана вы знаете? Напишите уравнения реакций.
3. Реакцией Вюрца получите следующие углеводороды:
  - а) бутан;
  - б) октан;
  - в) 2,5-диметилгексан;
  - г) 2,3,4,5-тетраметилгексан.
4. Какой тип реакции характерен для предельных углеводородов? Чем объясняется их малая реакционная способность?
5. Напишите уравнения реакций:

- а) взаимодействия метана с хлором;
- б) горения метана и бутана;
- в) нитрования и сульфирования изобутана.

6. Почему реакции замещения в алканах протекают наиболее легко по третичному атому углерода? Приведите примеры уравнений реакций.

### **НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ**

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

Углеводороды, содержащие одну двойную связь, называются этиленовыми углеводородами (алкены, олефины), углеводороды с двумя двойными связями – диеновыми (алкадиены), углеводороды с одной тройной связью – ацетиленовыми (алкины) и т.д.

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

Методы синтеза непредельных углеводородов подразделяют на общие и специальные. При изучении общих методов получения кратной связи (дегидрирование, дегалогенирование, дегидрогалогенирование, дегидратация) обратите внимание на правило Зайцева и область его применения.

Специальные (промышленные) методы получения разработаны для тех углеводородов, которые широко применяются в народном хозяйстве (ацетилен, дивинил, изопрен).

Наиболее характерными для непредельных углеводородов являются реакции присоединения по месту разрыва кратной связи. Это объясняется меньшей прочностью  $\pi$ -связи по сравнению с  $\sigma$ -связью, а также доступностью  $\pi$ -электронов для атакующего реагента. При изучении реакций присоединения следует обратить внимание на правило Марковникова, его объясне-

ние, а также на реакции 1,4-присоединения сопряженных диенов. Особого внимания заслуживают реакции, характеризующие относительную подвижность ацетиленового атома водорода.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Что такое непредельные углеводороды? В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода при кратных связях?
2. Как образуется  $\pi$ -связь? Чем объясняется относительно высокая реакционная способность непредельных углеводородов? Какой тип реакций для них характерен?
3. Как получают в лабораторных условиях этилен и ацетилен? Напишите уравнения реакций.
4. С помощью каких реакций можно этилен отличить от метана, этилен от ацетилена?
5. Напишите уравнения следующих реакций:
  - а) гидрирования бутен-1, бутин-1, бутадиен-1,3;
  - б) бромирования этилена, ацетилена, бутадиен-1,3;
  - в) гидрохлорирования 2-метилбутен-2, пропина;
  - г) гидратации ацетилена, бутин-1, пропилена;
  - д) взаимодействия ацетилена с муравьиным альдегидом, синильной кислотой, уксусной кислотой и аммиачным раствором гидроксида серебра.

**АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ**

В соответствии с правилом Хюккеля ароматическими называются углеводороды, содержащие плоское кольцо с  $(4n+2)$   $p$ -электронами, где  $n=1,2,3...$  Наиболее важным из них являются бензол и его производные. При рассмотрении строения молекулы бензола следует обратить внимание на физический смысл понятия ароматичности:

- а) под ароматичностью с точки зрения электронного строения понимают наличие в молекуле циклического сопряжения, в результате которого выравниваются связи между атомами цикла и образуется единое  $\pi$ -электронное

облако;

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

Ароматические углеводороды классифицируются на одноядерные (бензол и его гомологи) и многоядерные (вещества, содержащие несколько бензольных циклов). К последним относят соединения с изолированными (дифенил) и конденсированными ядрами (нафталин, антрацен, фенантрен).

Наиболее важными и характерными для ароматических углеводородов и их производных являются реакции электрофильного замещения. Обратите внимание на двухступенчатый механизм этих реакций и на правила ориентации при введении в кольцо второго заместителя. Следует запомнить важнейшие заместители I рода (орто-, пара-ориентанты) и II рода (мета-ориентанты). Важно понять, что при электрофильном замещении место вступления второго заместителя определяется природой первого заместителя. Помимо электрофильных реакций ароматические углеводороды вступают и в реакции присоединения, и в реакции по боковой цепи гомологов бензола.

Примером многоядерных конденсированных ароматических углеводородов служит нафталин. Он также вступает в реакции электрофильного замещения (главным образом, по  $\alpha$ -положению) и в реакции присоединения.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Каковы современные представления о строении молекулы бензола?
2. Что следует понимать под термином «ароматичность» с точки зрения электронного строения и реакционной способности?
3. Какие виды изомерии характерны для производных бензола? Покажите это на примерах.
4. Назовите основные лабораторные и промышленные способы получения ароматических углеводородов.
5. Приведите примеры реакций электрофильного замещения. Рассмотрите

рите механизм реакции на примере нитрования бензола.

6. Напишите уравнения реакций:

а) нитрования бромбензола;

б) бромирования нитробензола.

Объясните правило ориентации при электрофильном замещении в бензольном кольце.

7. Что образуется при действии на бензол избытка хлора на солнечном свету? Напишите уравнение реакции и назовите образующееся вещество.

8. Что образуется при окислении гомологов бензола с одним и с двумя углеводородными радикалами в ядре?

9. Охарактеризуйте свойства нафталина, его ароматичность.

#### ***4. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ***

Галогенопроизводными называются продукты замещения одного или нескольких атомов водорода в молекуле углеводорода на атомы галогенов. Их классифицируют по количеству атомов галогена (моно-, ди-, тригалогенопроизводные и т.д.), по характеру углеводородного радикала (насыщенные, ненасыщенные и циклические) и по характеру атома углерода, с которым связан галоген (первичные, вторичные и третичные).

Получают галогенопроизводные исходя из углеводородов (предельных, непредельных, ароматических) с помощью реакций присоединения или замещения, а также из других классов органических соединений (спиртов, альдегидов, кетонов). Одни из этих методов представляют лишь теоретический интерес (галогенирование алканов), другие широко применяются в практике органического синтеза (замещение гидроксила на галоген).

Изучая химические свойства галогенопроизводных, следует обратить особое внимание на реакции нуклеофильного замещения галогена. С их помощью можно легко получить соединения практически любого класса. Поэтому, галогенопроизводные – это важнейшие полупродукты при синтезе

многих органических веществ. В соответствии с программой следует внимательно изучить механизм реакций нуклеофильного замещения для первичных ( $S_{N2}$ ) и третичных ( $S_{N1}$ ) галогенопроизводных алифатического ряда. Знание механизма реакции позволяет предсказывать влияние растворителя, концентраций реагирующих веществ и других факторов на скорость реакции.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Дайте определение классу галогенопроизводных углеводородов.
2. Какие виды изомерии характерны для галогенопроизводных углеводородов? Приведите примеры.
3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 2,2-дихлорпентан;
  - б) 3-бром-2,4-диметилпентан;
  - в) 2-хлорбутадиен-1,3 (хлоропрен);
  - г) о-дибромбензол.
4. Получите 2-хлорпропан всеми известными способами.
5. Напишите уравнения реакций взаимодействия 3-бромпентана:
  - а) с водным раствором гидроксида натрия;
  - б) со спиртовым раствором гидроксида калия;
  - в) с металлическим натрием.

## **5. СПИРТЫ**

Спирты – это производные углеводородов, у которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильные группы. Число гидроксильных групп в спиртах определяет их атомность. В соответствии с этим спирты делятся на одноатомные и многоатомные. По положению гидроксильной группы различают первичные, вторичные и третичные спирты (гидроксильная группа, соответственно, связана с первичным, вторичным и третичным углеродным атомом).

При изучении класса спиртов обратите внимание на способы их получения. Получают их из галогенопроизводных путем гидролиза, из этилено-



вых углеводов реакцией гидратации, восстановлением альдегидов и кетонов.

При изучении химических свойств спиртов следует обратить внимание на их высокую реакционную способность. Атом водорода гидроксильной группы спиртов подвижен и легко замещается на атомы щелочных и щелочноземельных металлов. Спирты взаимодействуют с неорганическими и органическими кислотами с образованием сложных эфиров. Реакцией окисления первичных и вторичных спиртов получают, соответственно, альдегиды и кетоны.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие соединения называются спиртами?
2. Как классифицируются спирты?
3. Какие виды изомерии характерны для спиртов? Приведите примеры.
4. Напишите структурные формулы спиртов:
  - а) 2,4-диметилгексанол-3;
  - б) 2-метилбутандиол-1,4;
  - в) циклогексанол;
  - г) 2,4-диметилпентен-3-ол-2.
5. Получите бутанол-2, исходя из следующих соединений:
  - а) бутен-1;
  - б) 2-бромбутан;
  - в) бутанон-2.
6. Напишите уравнения следующих реакций:
  - а) окисления пентанола-2;
  - б) взаимодействия пропанола-2 с уксусной кислотой;
  - в) внутри- и межмолекулярной дегидратации пропилового спирта.

## **6. ФЕНОЛЫ**

Органические соединения, содержащие гидроксил, связанный непосредственно с атомом углерода ароматического ядра, называются фенолами.

По числу гидроксильных групп фенолы делятся на одно-, двух- и многоатомные.

Следует обратить внимание на следующие основные способы получения фенолов: сплавление солей сульфокислот со щелочами, гидролиз ароматических галогенопроизводных, перекисное разложение кумола.

В фенолах гидроксильная группа под влиянием непосредственно связанного с ней ароматического ядра приобретает кислотные свойства, отличающие фенолы от спиртов. В свою очередь, гидроксильная группа существенно влияет на свойства ароматического ядра (пример взаимного влияния атомов в молекулах). Для фенолов характерны химические реакции, протекающие за счет гидроксила (образование фенолятов, простых и сложных эфиров и т.д.), а также реакции по бензольному ядру (галогенирование, нитрование, сульфирование, гидрирование и т. д.).

***Вопросы для самопроверки:***

1. Какие соединения называют фенолами? В чем отличие фенолов от спиртов?
2. Напишите формулы простейших двух- и трёхатомных фенолов?
3. Каковы общие способы получения фенолов?
4. Сравните кислотные свойства бензилового и циклогексилового спиртов с фенолом?
5. Напишите уравнения следующих реакций:
  - а) взаимодействия фенола с бромом (бромной водой);
  - б) образования фенолята;
  - в) взаимодействия фенолята натрия с йодистым изопропилом;
  - г) взаимодействия орто-крезола с уксусным ангидридом;
  - д) гидрирования пара-крезола.

## ***7. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ***

Альдегиды и кетоны рассматриваются как производные углеводов, содержащие карбонильную группу  $>C=O$ . У альдегидов карбонильная

группа связана с радикалом и водородом, а у кетонов обе валентности карбонильной группы насыщены углеводородными радикалами:



В карбонильной группе атомы углерода и кислорода связаны между собой двойной связью. Электроны смещены к более электроотрицательному атому кислорода, в результате чего на нем возникает частичный отрицательный заряд, а у атома углерода – частичный положительный заряд.

При изучении альдегидов и кетонов обратите внимание на способы их получения. Одним из методов является окисление спиртов. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, а при окислении вторичных – кетоны. Следует также отметить получение альдегидов и кетонов из дигалогенопроизводных, из солей карбоновых кислот, гидратацией ацетиленовых углеводородов (реакция Кучерова).

Альдегиды и кетоны отличаются высокой реакционной способностью. Для них характерны реакции присоединения к карбонильной группе ( $\text{H}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{NaHSO}_3$ ), замещения кислорода карбонильной группы, конденсации, реакции замещения подвижного атома водорода в  $\alpha$ -положении. Наличие в молекулах альдегидов атома водорода, связанного с карбонильной группой, обуславливает некоторые отличия альдегидов и кетонов. Альдегиды являются более реакционноспособными веществами. Они легко окисляются под действием аммиачного раствора оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»), кроме того, вступают в реакцию полимеризации. Кетоны окисляются труднее при действии только сильных окислителей в жестких условиях.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие соединения называются альдегидами и кетонами? Что общего и какие отличия в строении альдегидов и кетонов?
2. Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 3,3-диметилпентаналь;
  - б) 2,4-диметилгексанон-3;

- в) 3-метилгептен-2-аль;
- г) этилизопропилкетон;
- д) фенилуксусный альдегид.

3. Напишите уравнения реакций получения пропионового альдегида и метилэтилкетона всеми известными способами.
4. Какие типы реакций характерны для альдегидов и кетонов? Приведите примеры.
5. Напишите уравнения следующих реакций:
  - а) окисления масляного альдегида и диэтилкетона;
  - б) гидрирования бензойного альдегида и ацетона;
  - в) альдольной и кротоновой конденсации уксусного альдегида;
  - г) взаимодействия пропаналя и пропанона с пятихлористым фосфором.

## **8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ**

Карбоновыми кислотами называются органические соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп ( $-\text{COOH}$ ).

По числу карбоксильных групп карбоновые кислоты делятся на одно-, двух- и многоосновные. В зависимости от характера радикала различают карбоновые кислоты алифатического (предельного, непредельного), ароматического и гетероциклического рядов. Радикалы карбоновых кислот могут содержать различные функциональные группы: альдегидную, гидроксильную, аминогруппу и т.д. Такие органические соединения рассматриваются как производные карбоновых кислот: окси-, альдегидо-, кетокислоты.

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

Химические свойства карбоновых кислот определяются карбоксильной

группой, а также природой связанного с ней радикала. Наличие в радикале кратных связей, окси-, amino-, альдегидных и других групп обуславливает особенности, характерные для указанных функциональных групп.

Карбоновые кислоты обладают кислотными свойствами. В карбоксильной группе наблюдается возрастание поляризации двойной связи  $C=O$  за счет дополнительного оттягивания свободной электронной пары с соседнего атома кислорода гидроксильной группы. В результате ослабления связи в  $-OH$  группе атом водорода легко отщепляется в виде протона. Под действием карбоксильной группы увеличивается подвижность атомов водорода в  $\alpha$ -положении.

Для карбоновых кислот наиболее характерными являются реакции образования солей с металлами, оксидами и гидроксидами металлов, реакция этерификации и реакции образования других функциональных производных (ангидридов, галогенангидридов, аминов, нитрилов), а также реакции по  $\alpha$ -положению. Обратите внимание на особые свойства (легкость окисления, дегидратация) муравьиной кислоты.

***Вопросы для самопроверки:***

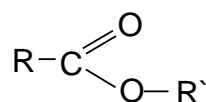
1. Какие соединения называются карбоновыми кислотами? Как они классифицируются? Приведите примеры кислот каждого типа.
2. Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 2,3-диметилбутановая кислота;
  - б) бутен-2-овая (кротоновая) кислота;
  - в) м-хлорбензойная кислота;
  - г) оксиянтарная (яблочная) кислота;
  - д) гептандиовая кислота.
3. Составьте схемы синтеза масляной кислоты всеми возможными способами.
4. Чем объясняется кислотность карбоновых кислот? Сравните силу кислотности муравьиной и уксусной кислот. Каковы специфические свойства муравьиной кислоты? Чем они обусловлены?

5. Напишите уравнения следующих реакций:

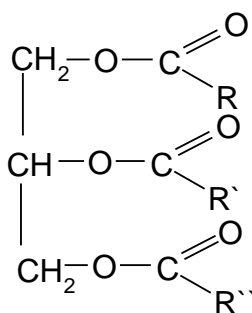
- а) взаимодействия муравьиной кислоты с едким натром;
- б) взаимодействия уксусной кислоты с этиловым спиртом;
- в) образования смешанного уксусно-пропионового ангидрида;
- г) взаимодействия 2-метилпропановой кислоты с бромом;
- д) нитрования бензойной кислоты.

### 9. ЭФИРЫ. ЖИРЫ

Эфиры классифицируются на простые и сложные. Простыми эфирами называются продукты замещения гидроксильного водорода в спирте на радикал:  $R-O-R'$ . Сложные эфиры являются функциональными производными карбоновых кислот



Реакция образования сложных эфиров при взаимодействии кислот со спиртами называется реакцией этерификации. К классу сложных эфиров относятся и жиры. Жиры представляют собой смеси сложных эфиров, образованных трехатомным спиртом глицерином и высшими карбоновыми кислотами:



Изучая этот раздел, обратите внимание на состав жиров, распространение в природе, классификацию жиров, отличие жидких жиров от твердых и превращение первых во вторые.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Какие соединения называются эфирами? Как классифицируются эфиры? Что такое жиры?

2. Напишите структурные формулы эфиров:
  - а) метилэтиловый эфир;
  - б) метиловый эфир пропионовой кислоты;
  - в) изопропиловый эфир бензойной кислоты.
3. Напишите уравнения реакций получения этилацетата всеми возможными способами.
4. Напишите уравнение реакции получения триолеина с последующим его гидрированием и омылением. Что такое мыла?
5. Напишите уравнения следующих реакций:
  - а) щелочного гидролиза фенилацетата;
  - б) взаимодействия метилового эфира уксусной кислоты с амиаком;
  - в) взаимодействия пальмитата калия с фосфорной кислотой.

## **10. УГЛЕВОДЫ**

Среди природных соединений важное место занимают углеводы. Они входят в состав физиологически активных гликозидов, нуклеиновых кислот, гликолипидов и гликопротеинов, им принадлежит важная роль в биоэнергетике клетки.

Это самая распространенная группа природных органических соединений, составляющих 80% сухого веса растений и 2% – животных организмов.

Углеводы образуются в растениях из углекислого газа и воды в процессе реакций фотосинтеза, осуществляемых за счет солнечной энергии с участием зеленого пигмента растений – хлорофилла.

Углеводы (сахара) подразделяются на две большие группы:

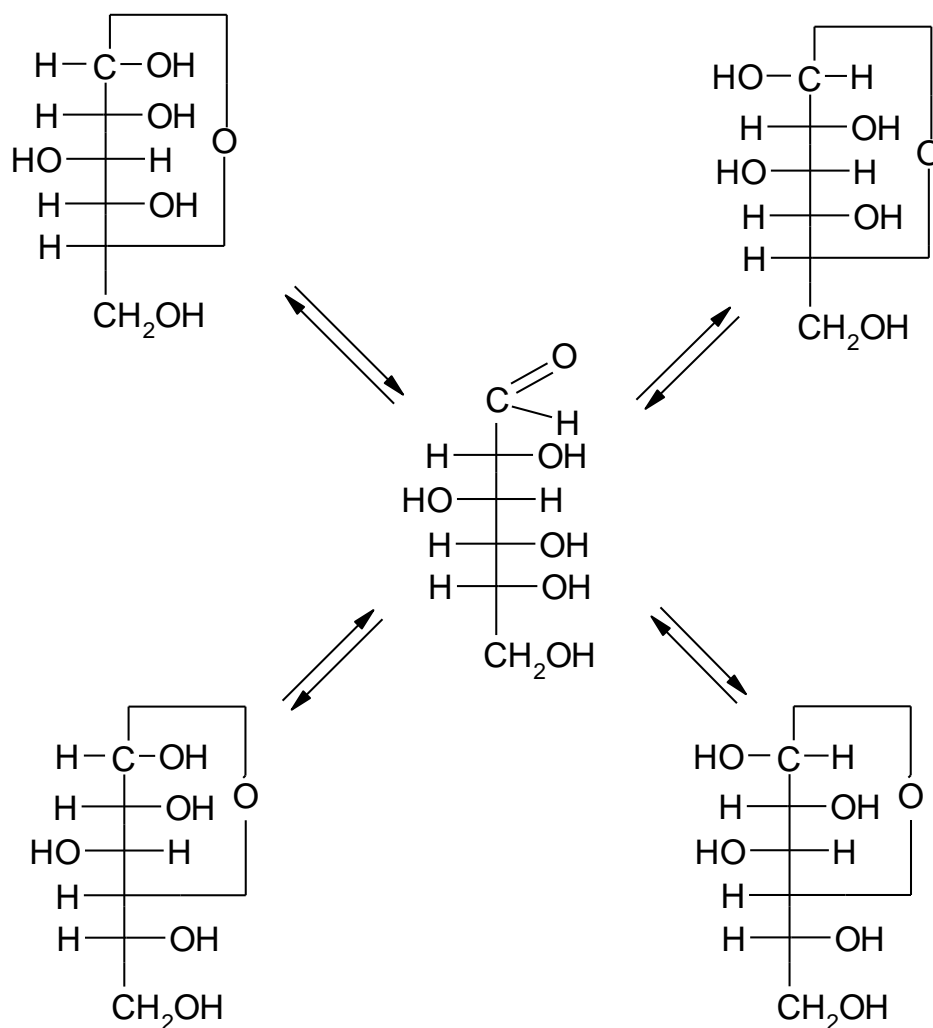
- 1) моносахариды (простые углеводы), или монозы (глюкоза, фруктоза), не способные гидролизироваться;
- 2) полисахариды (сложные углеводы), или полиозы, состоящие из различного числа остатков простых углеводов (крахмал, клетчатка и др.), подвергающиеся гидролизу.

## МОНОСАХАРИДЫ

Простыми углеводами (моносахаридами) называют сахара, которые не способны гидролизиться с образованием более простых углеводов. Их классификация на альдозы и кетозы определяется наличием в молекуле, соответственно, альдегидной или кетонной группы. В зависимости от числа углеродных атомов монозы делятся на триозы, тетрозы, пентозы, гексозы и т.д.

Изучению углеводов должно предшествовать тщательное изучение темы «Оптическая изомерия». Только после усвоения таких понятий, как асимметрический атом углерода, оптические антиподы, диастереомеры, рацемическая смесь, проекционные формулы Фишера, D- и L-ряды и т.п. можно переходить к изучению стереоизомерии моносахаридов. Ключевым является вопрос о таутомерных превращениях моносахаридов в растворе. Например, в растворе D- глюкозы имеет место, следующее таутомерное равновесие:





В твердом состоянии глюкоза существует только в циклической пиранозной форме ( $\alpha$  или  $\beta$ ). Они же преобладают и в растворе.

Следует научиться пользоваться также и перспективными формулами Хеурса, которые во многих отношениях нагляднее.

При изучении химических свойств моносахаридов следует обратить внимание на то, что в зависимости от типа реакции они могут реагировать и как полиоксиальдегиды (т.е. в открытой альдегидной форме), и как циклические полуацетали. Равновесие смещается в сторону той формы, которая вступает в реакцию, до тех пор, пока весь моносахарид не прореагирует в этой форме.

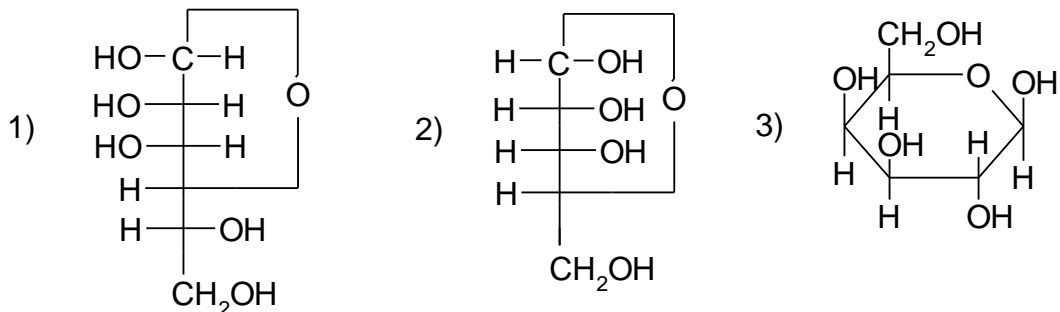
Особое внимание следует обратить на высокую реакционную способность полуацетального (гликозидного) гидроксила по сравнению с обычными спиртовыми.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какова классификация моносахаридов? Приведите примеры.
2. По какому признаку различают D- и L-ряды моносахаридов?  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы?
3. Напишите следующие таутомерные формы моносахаридов:
  - а)  $\alpha$ -D-глюкофураноза;
  - б)  $\beta$ -D-галактопираноза;
  - в)  $\alpha$ -D-фруктопираноза;
  - г)  $\alpha$ -D-маннопираноза;
  - д)  $\beta$ -D-фруктофураноза;
  - е)  $\alpha$ -D-рибопираноза.

Напишите перспективные формулы Хеуорса для этих моносахаридов.

4. Назовите следующие циклические формы моноз:

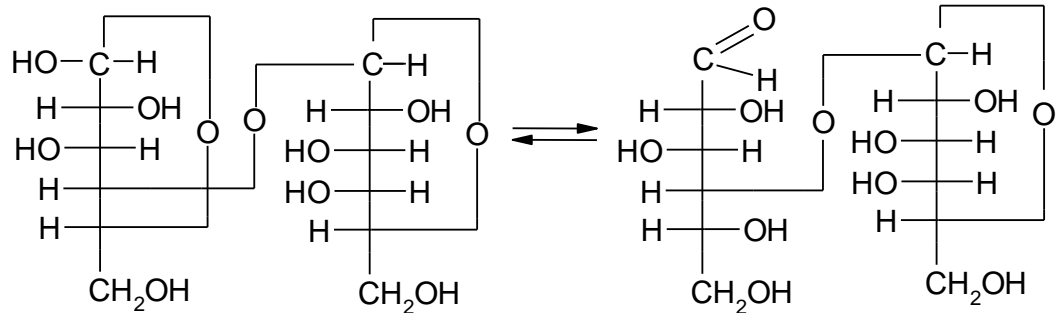


5. Напишите уравнения реакций окисления и гидрирования D-глюкозы, D-маннозы, D-галактозы. Что образуется при гидрировании D-фруктозы?

**ДИСАХАРИДЫ**

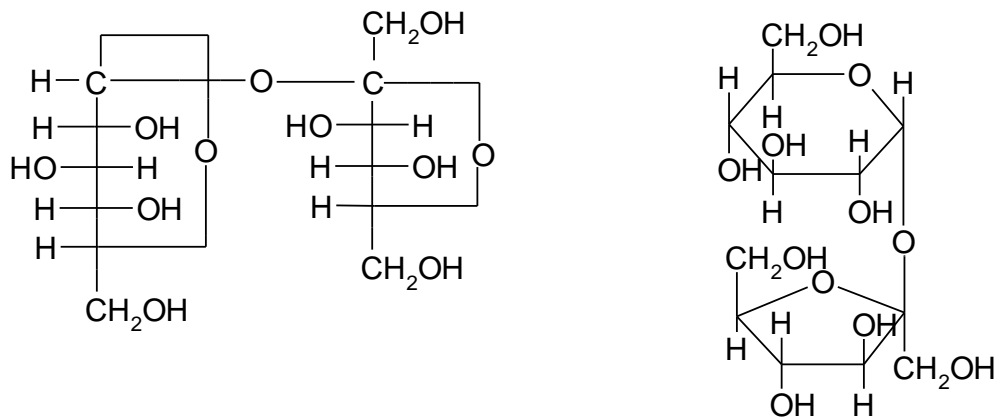
Дисахариды – это частный случай олигосахаридов. Они образуются при отщеплении молекулы воды из двух молекул моносахаридов. Восстанавливающие дисахариды образуются при отщеплении молекулы воды за счет полуацетального гидроксильной группы одной и спиртового гидроксильной группы другой молекулы моносахарида. При этом второй остаток монозы в составе дисахаридов сохраняет свой полуацетальный гидроксил, а, следовательно, и способность

переходить в растворе в таутомерную альдегидную форму. Последняя и обладает восстанавливающими свойствами (альдегидная группа при этом окисляется до карбоксильной). Примером может служить лактоза:



Невосстанавливающие дисахариды образуются при отщеплении молекулы воды за счет полуацетальных гидроксильных групп двух молекул моносахаридов. Отсутствие полуацетальных гидроксильных групп исключает возможность образования открытой альдегидной формы.

Ниже приведены формулы сахарозы, относящейся к невосстанавливающим дисахаридам:



### **Вопросы для самопроверки:**

1. Объясните принципы классификации дисахаридов.
2. Напишите формулы таутомерных форм мальтозы в растворе. Чем отличаются  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномерные формы мальтозы? Почему мальтоза не имеет фуранозной формы?
3. Напишите перспективные формулы Хеуорса для мальтозы, целлобиозы, лактозы, сахарозы.
4. Приведите уравнения реакций мягкого окисления мальтозы, лактозы, целлобиозы.

## ВЫСШИЕ ПОЛИСАХАРИДЫ

Молекулы высших полисахаридов состоят из десятков, сотен и тысяч остатков моносахаридов, связь между которыми образуется по типу восстанавливающих дисахаридов. Важнейшими из них являются крахмал, гликоген, клетчатка.

При изучении крахмала следует обратить внимание на характер связи между остатками глюкозы ( $\alpha$ -1,4-гликозид-гликозная связь и  $\alpha$ -1,6-гликозид-гликозная в точках разветвления), а также на различия в строении молекул двух его фракций (по сравнению с амилозой амилопектин сильно разветвлен и содержит гораздо большее количество остатков глюкозы).

При изучении целлюлозы обратите внимание на единственное, но весьма серьезное отличие в характере связи между остатками глюкозы ( $\beta$ -1,4-гликозид-гликозная связь). Следствием этого являются существенные отличия в свойствах этих полисахаридов и их биологических функций.

### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Чем отличаются гомо- и гетерополисахариды? Приведите примеры.
2. Чем отличаются амилопектин от амилозы, гликоген от амилопектина?
3. Какой тип связи в молекулах крахмала? В молекулах клетчатки ?
4. Напишите схему ступенчатого гидролиза крахмала и клетчатки? Какие полисахариды образуются при их неполном гидролизе?
5. Почему высшие полисахариды практически не обладают восстановительными свойствами?

## ***11. АМИНЫ. АМИДЫ***

Амины – азотсодержащие органические соединения. Они рассматриваются как производные аммиака, в котором атомы водорода замещены углеводородными радикалами. Амины классифицируют по количеству аминогрупп, по природе углеводородного радикала, а также по числу замещенных атомов водорода в молекуле аммиака:

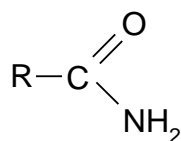
первичные:  $R-NH_2$     вторичные:  $R-NH-R'$     третичные:  $R-\underset{\substack{| \\ R''}}{N}-R'$

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

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

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

Амидами называются функциональные производные кислот, образующиеся в результате замещения гидроксила в карбоксильной группе кислоты на аминогруппу. Общая формула амидов:



Амиды могут быть получены при дегидратации аммониевых солей карбоновых кислот и действием аммиака на галогенангидриды и ангидриды кислот. Амиды легко гидролизуются с образованием соответствующих кислот.

Мочевина является диамидом угольной кислоты и для нее характерны способность к гидролизу, солеобразование, превращение в биурет. Необходимо отметить, что мочевина применяется в сельском хозяйстве как удобрение.

ние и добавка к кормам жвачных животных.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие соединения называются аминами? Как классифицируются амины?
2. Какие виды изомерии характерны для аминов? Приведите примеры.
3. Напишите структурные формулы для следующих аминов:
  - а) метилэтиламин;
  - б) диметилизопропиламин;
  - в) Фениламин;
  - г) о-толуидин.
4. Напишите уравнения реакций получения пропиламина всеми известными способами.
5. Напишите уравнения реакций взаимодействия:
  - а) диметиламина с соляной кислотой;
  - б) этиламина с азотистой кислотой;
  - в) метиламина с уксусным ангидридом;
  - г) анилина с  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Br}_2$ .
6. Какие соединения называются амидами кислот?
7. Как получают мочевины в промышленности? Охарактеризуйте области её применения в промышленности и в сельском хозяйстве.

## **12. АМИНОКИСЛОТЫ**

Аминокислотами называются соединения, в молекулах которых содержатся одновременно аминные и карбоксильные группы. Они имеют неограниченное значение в жизнедеятельность организмов, так как из их остатков построены белки (22 аминокислоты). Различаются природные аминокислоты по характеру углеводородного радикала, содержащего различные углеводородные остатки и функциональные группы, такие как окси ( $-\text{OH}$ ), тиогруппы ( $-\text{S}-\text{H}$ ,  $-\text{S}-\text{CH}_3$ ) и другие.

Все аминокислоты, входящие в состав белков, делятся на заменимые и

незаменимые (не синтезируются в организме животных и человека).

Для аминокислот характерна изомерия углеродного скелета, положения аминогруппы по отношению к карбоксилу и оптическая изомерия. В природе в основном распространены  $\alpha$ -аминокислоты L-ряда, являющиеся структурными единицами белков.

При изучении данной темы следует ознакомиться с основными способами получения аминокислот: гидролиз белков, реакция взаимодействия моногалогензамещенных карбоновых кислот с аммиаком, а также оксинитрильный синтез. Следует обратить внимание на то, что аминокислоты являются бифункциональными соединениями и проявляют амфотерные свойства. По карбоксильной группе протекают реакции образования солей, сложных эфиров, галогенангидридов, а по аминогруппе – реакции алкилирования, ацилирования, взаимодействия с азотистой кислотой. Необходимо изучить превращения  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислот при их нагревании.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Какие органические соединения называются аминокислотами? Как классифицируются аминокислоты?
2. Напишите структурные формулы следующих аминокислот:
  - а) аланин; б) аспарагиновая кислота; в) тирозин.
3. Напишите уравнения реакций получения  $\alpha$ -аминопропионовой кислоты всеми известными способами.
4. Напишите уравнения химических реакций взаимодействия  $\alpha$ -аминоизовалериановой кислоты (валин):
  - а) с соляной кислотой;
  - б) с пропиловым спиртом;
  - в) с азотистой кислотой;
  - г) с уксусным ангидридом.

***13. БЕЛКИ***

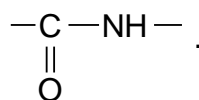
Белки представляют собой природные высокомолекулярные азотосо-

держающие органические соединения, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот.

Белки распространены в природе и играют первостепенную роль во всех явлениях жизни. В организме человека и животных они выполняют самые разнообразные функции (строительную, каталитическую, транспортную, защитную и др.).

Белки делятся на две основные группы: протеины, или простые белки, состоящие только из остатков  $\alpha$ -аминокислот и протеиды – сложные белки, построенные из белковой части и небелковой, называемой простетической группой.

Особое внимание следует обратить на полипептидную теорию белковых молекул. В структуре белков выделяют четыре организационных уровня. Первичная структура представлена последовательностью остатков  $\alpha$ -аминокислот в полипептидной цепи и осуществляется взаимодействием аминогруппы и карбоксильных групп с образованием пептидной связи



Вторичная структура определяется способом скручивания полипептидной цепочки в пространстве и в белках в основном представлена  $\alpha$ -спиралью. Третичная и четвертичная структуры отражают целостное представление о строении молекулы.

Белки имеют большую молекулярную массу. Большинство из них растворимы в воде, но образуют, как правило, коллоидные растворы. При нагревании с кислотами и щелочами под действием протеолитических ферментов белки подвергаются ступенчатому гидролизу.

Следует обратить внимание на качественные реакции белков: биуретовая, ксантопротеиновая, нингидриновая и реакция с реактивом Миллона.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Какие соединения называются белками? Как классифицируют белки?



2. Каковы функции белков в растительных и животных организмах?
3. Что такое пептидная связь? Напишите схему образования дипептида из аминокислот аланина и триптофана.
4. Что такое первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка?
5. Какие известны качественные реакции на белки?

#### ***14. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ***

Гетероциклические соединения – это органические вещества, содержащие в цикле кроме атомов углерода и атомы других химических элементов (например, N, O, S). Необходимость изучения гетероциклов связана с тем, что они входят в состав многих органических соединений, играющих важную роль в жизнедеятельности растений и животных. Они являются составными компонентами сложных белков, нуклеиновых кислот, ферментов, витаминов, хлорофилла, гемоглобина и т.д. Наибольшее значение имеют ароматические гетероциклы.

При изучении гетероциклических соединений следует обратить внимание на их общую классификацию (по величине цикла, по характеру и количеству гетероатомов в цикле).

Особое внимание следует обратить на изучение строения и свойств ароматических гетероциклических соединений. Для них выполняется правило Хюккеля и известны реакции замещения. Они способны вступать в реакции галогенирования, сульфирования, нитрования.

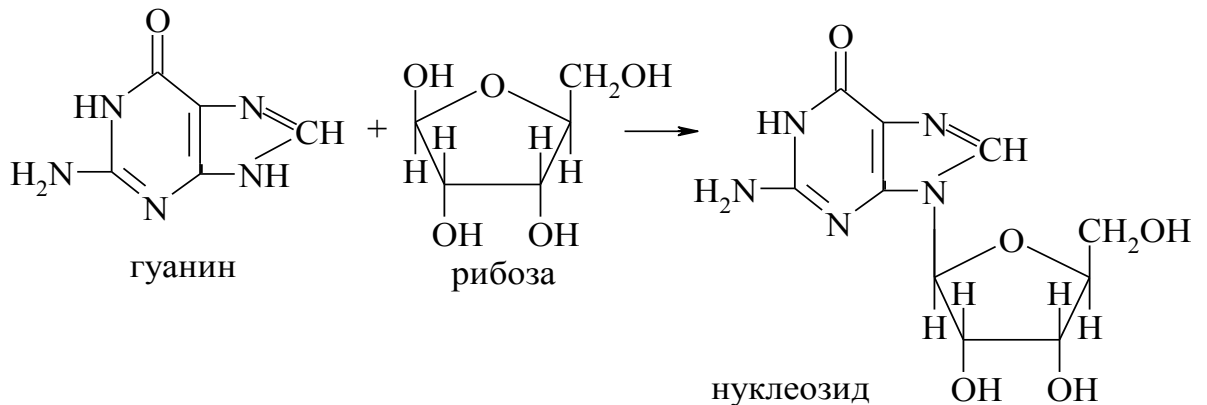
##### ***Вопросы для самопроверки:***

1. Какие соединения называются гетероциклическими? Как их классифицируют?
2. Напишите уравнения химических реакций сульфирования и нитрования фурана.
3. В состав каких природных соединений входит пиррол? Каково их строение?

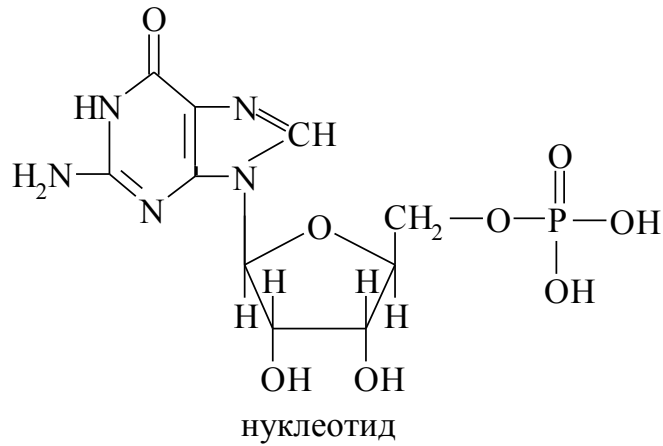
4. Напишите уравнения химических реакций взаимодействия пиридина с:
- соляной кислотой;
  - азотной кислотой;
  - хлором.
5. Напишите формулы пиримидиновых и пуриновых оснований. В состав каких природных веществ входят эти соединения?

### 15. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Нуклеиновые кислоты входят в состав растительных и животных клеток, принимают участие в передаче наследственных признаков и синтезе белка. Разберитесь в классификации нуклеиновых кислот. Уясните, чем отличаются по строению ДНК и РНК, нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеозиды являются N-гликозидами с агликоном – остатком определенных гетероциклических соединений (аденина, гуанина, тимина, цитозина, урацила)



Нуклеотиды образуются за счет связывания фосфорной кислоты с нуклеозидом через гидроксил у пятого углеродного атома пентозы:



**Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое нуклеиновые кислоты, какова их биологическая роль?
2. Напишите уравнение реакции образования нуклеотида из урацила,  $\beta$ -D-рибозы и фосфорной кислоты.
3. Какие соединения называются рибонуклеиновыми кислотами?
4. Напишите уравнение реакции образования нуклеотида из аденина,  $\beta$ -D-рибозы и фосфорной кислоты.
5. Напишите уравнение реакции образования нуклеотида из гуанина,  $\beta$ -D-дезоксирибозы и фосфорной кислоты.

**16. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ  
СОЕДИНЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Многие органические вещества являются биологически активными и используются в сельском хозяйстве. Разберитесь в понятиях: инсектициды, фунгициды, гербициды, пестициды.

Большое значение имеют регуляторы роста: индолилкарбоновые кислоты, кинины, гиббереллины. Изучите строение и функции инсекторепеллентов, инсектоаттрактантов, хемотрестерилизаторов.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Пестициды и их классификация.
2. Инсектициды, их классификация по типу действия.
3. Гербициды, представители, классификация по действию.

## **17. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

При самостоятельном изучении курса необходимо ознакомиться с требованием программы по химии.

В соответствии с учебным планом по органической химии студенту – заочнику следует выполнить одну контрольную работу, являющуюся результатом самостоятельной проработки курса. Это служит основанием для его вызова на лабораторно-экзаменационную сессию. Во время сессии после прослушивания лекций и выполнения лабораторных работ студент сдает зачет (экзамен) по всему курсу.

К написанию контрольной работы следует приступить после изучения курса по учебнику в соответствии с программой и методическими указаниями.

При оформлении работы вопросы контрольного задания переписываются полностью в тетрадь. После каждого вопроса дается четкий и ясный ответ. Уравнения реакций необходимо писать структурными формулами и подписывать наименования всех веществ по номенклатуре ЮПАК. Контрольную работу нужно писать аккуратно, разборчиво. Для замечания рецензента необходимо оставлять поля.

В конце работы приводится список учебников, использованных для выполнения контрольной работы, ставится дата окончания работы над контрольной и подпись. Получив рецензию, студент должен внимательно ознакомиться со всеми замечаниями и указаниями преподавателя. Доработку неправильно выполненных задач необходимо проделать в конце тетради.

Варианты контрольных заданий представлены в таблице.

Номера вопросов контрольной работы находятся на пересечении строки по вертикали, соответствующей последней цифре номера зачетной книжки, со строкой по горизонтали, соответствующей предпоследней цифре номера зачетной книжки.

**18. НОМЕРА ВОПРОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра				
	0	1	2	3	4
<b>0</b>	3,32,50,53, 87,106,133, 157	12,26,43,69, 71,120,126, 155	1,31,45,62, 89,103,139, 142	11,23,41,67, 94,111,131, 158	7,22,40,55, 78,110,128, 145
<b>1</b>	13,24,42,51, 90,119,134, 151	4,19,36,56, 102,116,125, 156	10,17,48,68, 79,113,132, 144	6,30,35,54, 96,122,127, 153	8,26,39,58, 81,112,137, 158
<b>2</b>	15,23,40,57, 102,117,131, 151	14,20,37,66, 92,123,133, 148	3,27,39,56, 99,107,129, 155	11,18,50,64, 98,107,139, 142	12,25,42,59, 101,121,128, 145
<b>3</b>	1,30,36,51, 73,117,126, 159	2,26,38,65, 91,108,136, 149	3,29,43,60, 72,111,135, 147	7,23,40,56, 79,108,127, 153	9,22,39,53, 82,110,131, 160
<b>4</b>	4,21,37,51, 90,123,139, 146	5,24,43,54, 76,104,138, 150	11,25,45,62, 89,107,129, 142	14,19,46,61, 74,111,140, 149	8,30,47,59, 82,114,126, 147
<b>5</b>	15,32,33,52, 74,123,134, 151	11,27,42,64, 94,121,134, 141	2,26,48,62, 95,114,136, 148	3,31,47,67, 83,106,137, 148	5,29,46,69, 79,116,133, 161
<b>6</b>	6,20,38,52, 74,123,134, 162	7,32,35,66, 92,117,136, 150	8,23,41,54, 87,119,135, 153	9,30,34,62, 72,118,139, 151	14,22,37,56, 76,122,132, 163
<b>7</b>	11,29,40,68, 83,120,129, 156	5,23,47,60, 82,114,124, 154	1,25,39,57, 77,93,113, 130	9,31,59,79, 123,140,131, 154	8,18,41,58, 101,124,132, 148
<b>8</b>	14,26,50,67, 92,110,125, 143	13,22,48,54, 76,118,138, 155	4,23,36,66, 95,119,137, 162	15,27,43,65, 100,121,132, 144	11,28,44,56, 97,111,139, 156
<b>9</b>	9,32,57,71, 104,122,136, 160	11,25,60,63, 87,108,131, 147	13,30,49,61, 72,104,128, 152	12,11,42,57, 94,111,123, 156	13,40,58,72, 103,129,142, 159

*(продолжение)*

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра				
	5	6	7	8	9
<b>0</b>	15,27,33,64, 76,109,130, 149	5,21,38,57, 80,121,140, 143	9,20,49,52, 92,114,124, 152	2,28,47,63, 97,104,129, 157	14,18,37,59, 96,123,135, 141
<b>1</b>	1,16,46,65, 77,108,138, 147	7,29,44,61, 75,105,136, 154	10,22,34,66, 93,118,130, 146	13,24,41,58, 95,112,132, 141	2,21,33,55, 100,10,140, 144
<b>2</b>	8,16,34,53, 74,109,137, 152	6,19,48,52, 97,122,138, 153	9,32,49,70, 85,115,124, 150	5,31,44,60, 83,113,125, 143	4,17,35,54, 84,114,134, 156
<b>3</b>	15,16,38,55, 86,106,130, 144	12,26,42,70, 96,113,132, 141	13,18,41,52, 88,109,127, 145	10,17,44,68, 81,112,133, 155	6,32,50,57, 77,110,134, 152
<b>4</b>	6,27,45,67, 93,105,124, 157	1,28,40,53, 95,119,125, 143	9,20,36,60, 86,116,137, 162	4,17,35,58, 80,122,128, 157	10,25,34,65, 73,105,115, 135
<b>5</b>	13,28,50,61, 75,103,138, 156	14,31,63,71, 104,118,131, 149	12,18,49,68, 72,105,130, 146	4,21,39,70, 77,106,127, 151	15,24,43,69, 93,112,129, 147
<b>6</b>	10,25,33,64, 84,109,140, 144	2,27,45,55, 97,102,107, 137	13,19,44,65, 75,11,125, 155	15,24,36,70, 81,121,128, 151	3,16,48,63, 96,108,126, 157
<b>7</b>	6,19,38,53, 99,104,133, 150	7,49,52,85, 88,115,136, 152	10,32,40,67, 101,113,134, 153	3,24,42,60, 86,116,130, 147	2,23,46,69, 100,112,127, 145
<b>8</b>	12,25,34,55, 61,71,115, 126	1,22,57,63, 85,107,140, 143	2,26,51,102, 105,128,131, 142	10,21,39,54, 75,112,130, 145	7,20,38,54, 75,107,130, 143
<b>9</b>	7,30,50,57, 90,108,132, 148	9,28,37,54, 74,109,129, 146	3,20,37,56, 77,107,126, 143	7,16,47,52, 87,105,129, 157	12,24,45,57, 77,110,125, 141

## **19. ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

- 1.** Предмет органической химии. Причины выделения её в самостоятельную науку. Многообразие органических соединений и роль органической химии в развитии народного хозяйства.
- 2.** Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова. Напишите структурные формулы всех изомеров октана с шестью атомами углерода в главной цепи. Назовите соединения по номенклатуре ЮПАК.
- 3.** Типы химической связи (ковалентная, ионная, координационная и водородная).
- 4.** Типы химических реакций в органической химии. Классификация их по направлению реакции. Приведите соответствующие примеры.
- 5.** Углеводородные радикалы, их номенклатура. Напишите формулы всех изомеров гептана, обозначьте в них первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите соединения по номенклатуре ЮПАК.
- 6.** Изомерия предельных углеводородов. Напишите структурные формулы всех изомеров нонана с шестью атомами углерода в главной цепи. Назовите соединения по номенклатуре ЮПАК.
- 7.** Что такое гомологический ряд и гомологическая разность? Напишите структурные формулы всех изомеров октана с пятью атомами углерода в главной цепи.
- 8.** Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 2,3-диметил-4-этилгептан;
  - б) 2,2-диметил-4-изопропилоктан;
  - в) 2,2,3-триметил-5-этилнонан;
  - г) 2-метил-3,3-диэтилпентан.
- 9.** Напишите уравнения получения по реакции Вюрца следующих предельных углеводородов:
  - а) гексан;
  - б) 2,3-диметилбутан;

в) этан;

г) 2-метилпропан.

**10.** Какие предельные углеводороды образуются при нагревании с натронной известью следующих солей:

а)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COONa}$ ;

б)  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{COONa}$

Напишите уравнения соответствующих реакций.

**11.** Химические свойства предельных углеводородов на примере пентана.

**12.** Напишите уравнения реакций дегидрирования:

а) бутана;

б) 2-метилбутана;

в) этана;

г) 2,3-диметилпентана.

**13.** Напишите уравнение реакции взаимодействия хлора с метаном. Объясните механизм ( $S_R$ ) этой реакции.

**14.** Химические свойства предельных углеводородов на примере бутана.

**15.** Напишите уравнения реакций, протекающих при действии разбавленной азотной кислоты при  $150^\circ\text{C}$  на следующие соединения:

а) 3-метилгексан;

б) 2-метилбутан;

в) пропан.

**16.** Напишите формулы изомерных этиленовых углеводородов состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . Назовите их. Какие из них существуют в виде геометрических изомеров?

**17.** Химические свойства этиленовых углеводородов на примере бутен-1.

**18.** Методы синтеза алкенов на примере пропена.

**19.** Химические свойства этиленовых углеводородов на примере гептен-1.

**20.** Что такое полимеризация? Приведите уравнения реакций полимеризации этилена, пропилена и бутадиен-1,3.

**21.** Химические свойства этиленовых углеводородов на примере



пентен-2.

22. Напишите формулы изомерных ацетиленовых углеводородов состава  $C_6H_{10}$ . Назовите их.

23. Напишите формулы изомерных углеводородов состава  $C_5H_8$ . Назовите их.

Какие из них относятся к алкинам, какие к диеновым?

24. Химические свойства ацетиленовых углеводородов на примере пропина.

25. Методы синтеза ацетиленовых углеводородов на примере пентин-1.

26. Химические свойства ацетиленовых углеводородов на примере бутин-1.

27. Химические свойства диеновых углеводородов на примере бутадиен-1,3.

28. Химические свойства ацетиленовых углеводородов на примере этина.

29. Напишите уравнения реакций гидрирования следующих непредельных углеводородов:

а) 3-метилбутин-1;

б) 3,3-диметилпентен-1;

в) пентадиен-1,4;

г) 2-метилбутадиен-1,3.

30. Напишите уравнения реакций присоединения брома к следующим непредельным углеводородам:

а) бутин-2;

б) 2-метилгексен-2;

в) бутадиен-1,3;

г) бутен-2.

Назовите продукты реакций.

31. Напишите уравнения реакций присоединения бромоводорода к следующим непредельным углеводородам:

а) бутен-2;

б) бутин-1;

в) 2,2,4-триметилгексен-3;

г) 3,3-диметилбутин-1.

Назовите образующие соединения.

32. Напишите уравнения реакций присоединения воды к следующим непредельным углеводородам:

а) ацетилен;

б) пропин;

в) 2-метилбутен-1;

г) бутен-2.

33. Заместители первого и второго рода. Приведите правило ориентации в бензольном ядре. Напишите уравнения реакций:

а) бромирование нитробензола;

б) нитрование бромбензола.

34. Химические свойства двухядерных ароматических углеводородов. Напишите уравнения реакций бромирования, нитрования, сульфирования нафталина.

35. Рассмотрите механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре на примере реакции нитрования бензола.

36. Современные представления о строении молекулы бензола. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) о-ксилол;

б) изопропилбензол;

в) 1,2,3-триметилбензол;

г) 2-фенилпентан;

д) п-метилэтилбензол.

37. Способы получения ароматических углеводородов на примере бензола.

38. Химические свойства ароматических углеводородов. Напишите уравнения реакций хлорирования толуола:

а) в присутствии катализатора  $AlCl_3$ ;

б) при освещении в отсутствие катализатора.

39. Осуществите следующие превращения:

ацетилен  $\rightarrow$  бензол  $\rightarrow$  нитробензол  $\rightarrow$  м-бромнитробензол.

40. Классификация ароматических углеводородов и номенклатура ЮПАК. Гомологический ряд бензола.

41. Изомерия ароматических углеводородов. Напишите формулы изомеров ксилола. Назовите их.

42. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии металлического натрия на смесь галогенопроизводных:

а) бромбензол и бромистый изопропил;

б) о-бромтолуол и бромистый этил;

в) хлорбензол и хлористый изопропил

Назовите по номенклатуре ЮПАК полученные соединения.

43. Строение молекулы бензола. Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля.

44. Реакции окисления ароматических углеводородов. Напишите уравнения реакций окисления следующих соединений:

а) этилбензол;

б) о-ксилол;

в) толуол.

45. Химические свойства ароматических углеводородов на примере толуола.

46. Химические свойства ароматических углеводородов на примере этилбензола.

47. Напишите уравнения химических реакций, необходимых для осуществления следующих превращений:

метилциклогексан  $\rightarrow$  толуол  $\rightarrow$  бензойная кислота  $\rightarrow$  м-нитробензойная кислота.

48. Рассмотрите механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре на примере реакции галогенирования бензола.

49. Реакции электрофильного замещения ароматических углеводородов и их

производных. Напишите уравнение реакции нитрования толуола и бензойной кислоты.

50. Изомерия ароматических углеводородов. Напишите формулы ароматических углеводородов состава  $C_8H_{10}$  и назовите их по номенклатуре ЮПАК.

51. Напишите уравнения реакций получения бензола из веществ:

- а) ацетилен;
- б) циклогексан;
- в) натриевая соль бензойной кислоты;
- г) гексан.

52. Классификация и изомерия галогенопроизводных углеводородов. Напишите формулы всех изомеров состава  $C_5H_{11}Cl$ .

53. Методы получения галогенопроизводных углеводородов на примере хлорэтана.

54. Химические свойства галогенопроизводных углеводородов на примере хлористого этила.

55. Химические свойства галогенопроизводных углеводородов на примере бромистого изопропила.

56. Химические свойства галогенопроизводных углеводородов на примере 2-бромбутана.

57. Химические свойства непредельных галогенопроизводных углеводородов на примере хлористого аллила.

58. Химические свойства ароматических галогенопроизводных углеводородов на примере хлористого бензила.

59. Напишите для 1-хлор-2-метилпропана уравнения реакций со следующими веществами:

- а) гидроксид серебра;
- б) цианид калия;
- в) аммиак;
- г) металлический натрий;

д) спиртовой раствор гидроксида калия.

60. Классификация и изомерия спиртов. Напишите формулы всех изомеров состава  $C_5H_{11}OH$ . Назовите их.

61. Методы получения предельных спиртов на примере пропилового спирта.

62. Химические свойства спиртов на примере метилового спирта.

63. Химические свойства спиртов на примере этилового спирта.

64. Химические свойства спиртов на примере пропанол-1.

65. Химические свойства спиртов на примере пропанол-2.

66. Химические свойства двухатомных спиртов на примере этиленгликоля.

67. Химические свойства трёхатомных спиртов на примере глицерина.

68. Химические свойства ароматических спиртов на примере бензилового спирта.

69. Химические свойства непредельных спиртов на примере аллилового спирта.

70. В чём различие в строении и химических свойствах фенолов и ароматических спиртов? Напишите формулы всех изомерных фенолов и ароматических спиртов состава  $C_7H_8O$ . Назовите их.

71. Химические свойства фенолов. Сравните кислотность фенола и продукта его гидрирования.

72. Классификация и изомерия альдегидов и кетонов. Напишите формулы всех изомерных альдегидов и кетонов состава  $C_5H_{10}O$ . Назовите их по номенклатуре ЮПАК.

73. Напишите уравнения химических реакций получения всеми возможными способами 2-метилбутанала.

74. Напишите уравнения реакций получения пропионового альдегида и метилэтилкетона всеми возможными способами.

75. Напишите уравнения химических реакций присоединения к бутаналу:

а) синильной кислоты;

б) метилового спирта;

в) водорода;

г) бисульфита натрия.

76. Окисление альдегидов и кетонов. Напишите уравнения химических реакций окисления диметилкетона и пропионового альдегида.

77. Напишите уравнения химических реакций альдольной конденсации уксусного альдегида и полимеризации муравьиного альдегида.

78. Химические свойства альдегидов на примере масляного альдегида.

79. Химические свойства кетонов на примере бутанон-2.

80. Напишите уравнения химических реакций взаимодействия пропионового альдегида с:

а)  $\text{PCl}_5$ ;

б) фенилгидразином;

в) гидроксиламином.

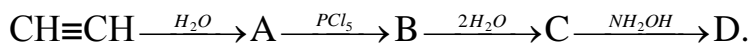
81. Напишите уравнения реакций окисления аммиачным раствором оксида серебра следующих альдегидов:

а) 2,2-диметилпентаналь;

б) 2-метилпропаналь.

К какому классу соединений относятся продукты реакций? Как данную реакцию называют?

82. Напишите уравнения химических реакций, необходимых для осуществления следующих превращений:



83. Методы получения и химические свойства ароматических альдегидов.

84. Классификация, номенклатура и изомерия карбоновых кислот. Напишите формулы всех возможных изомеров гексановой кислоты. Назовите их по номенклатуре ЮПАК.

85. Способы получения одноосновных карбоновых кислот. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций получения масляной кислоты.

86. Напишите уравнения реакций получения одноосновных карбоновых кислот путем окисления:

а) бутанол-1;

- б) пентанон-3;
- в) 3,4-диметилпентаналь;
- г) бутан.

87. Химические свойства одноосновных карбоновых кислот на примере пропионовой кислоты.

88. Химические свойства ароматических карбоновых кислот на примере бензойной кислоты.

89. Химические свойства двухосновных предельных карбоновых кислот на примере щавелевой кислоты.

90. Какие соединения называются галогенангидридами кислот? Напишите уравнения реакций образования:

- а) хлорангидрида масляной кислоты;
- б) хлорангидрида 2,2-диметилбутановой кислоты.

91. Химические свойства и способы получения фталевых кислот.

92. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при действии на уксусный ангидрид следующих веществ:

- а)  $H_2O$ ;
- б) метиловый спирт;
- в)  $NH_3$ .

93. Напишите уравнения химических реакций для бензойной кислоты:

- а) сульфирования;
- б) галогенирования;
- в) нитрования.

Объясните правила ориентации в бензольном ядре.

94. Какие соединения называются жирами? Какова их классификация? Напишите уравнение реакции образования триглицерида.

95. Напишите уравнения реакций получения амидов карбоновых кислот при действии аммиака на:

- а) хлорангидрид масляной кислоты;
- б) бромангидрид 3,4-диметилпентановой кислоты;

в) метиловый эфир уксусной кислоты.

96. Какие соединения называются оксикислотами? Приведите классификацию и номенклатуру оксикислот.

97. Химические свойства оксикислот на примере молочной кислоты.

98. Оптическая изомерия на примере оксикислот. Какой атом углерода называется асимметрическим? Напишите проекционные формулы оптических изомеров винных кислот.

99. Методы получения оксикислот на примере гликолевой кислоты.

100. Масла, их строение и применение. Напишите уравнение реакции гидролиза триолеина.

101. Понятие о маслах. Напишите уравнения реакций действия на триолеин:

а) водорода;

б) брома.

Назовите полученные вещества и объясните значение этих реакций.

102. Что такое мыла? Напишите уравнение реакции получения мыла щелочным гидролизом тристеарина. В чем принцип моющего действия мыла?

103. Особенности протекания реакций дегидратации при нагревании  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\gamma$ -оксикислот. Напишите уравнения реакций окисления оксикислот.

104. Оптическая изомерия. Причины существования оптических антиподов. Сходство и различие в свойствах антиподов. Напишите проекционные формулы антиподов молочной и яблочной кислот.

105. Что такое диастереомеры? Напишите проекционные формулы пространственных изомеров винных кислот. Какие из них являются антиподами и какие диастереомерами?

106. Классификация моносахаридов. Напишите карбонильные и циклические формулы D-глюкозы и D-фруктозы. Подчеркните гликозидный гидроксил и объясните, чем он отличается от других гидроксильных групп.

107. Какие соединения получают при окислении и восстановлении D-глюкозы? Напишите уравнения соответствующих реакций.

108. Напишите уравнения реакций окисления и восстановления



D-маннозы. Назовите образующиеся соединения.

109. Напишите уравнения реакций окисления и восстановления

D-галактозы. Назовите образующиеся соединения.

110. Напишите уравнения реакций образования озаона D-глюкозы. Почему

D-манноза и D-фруктоза имеют один и тот же озаон?

111. Напишите формулы следующих циклических форм моносахаридов:

а)  $\alpha$ -D-глюкопираноза;

б)  $\beta$ -D-маннофураноза;

в)  $\alpha$ -D-галактопираноза;

г)  $\beta$ -D-фруктофураноза.

Подчеркните полуацетальный гидроксил.

112. Напишите формулы следующих циклических форм моносахаридов:

а)  $\alpha$ -D-глюкофураноза;

б)  $\beta$ -D-маннопираноза;

в)  $\alpha$ -D-галактопираноза;

г)  $\alpha$ -D-фруктофураноза.

Подчеркните полуацетальный гидроксил.

113. Напишите уравнения реакций образования гликозидов при взаимодействии:

а)  $\alpha$ -D-глюкопиранозы и метилового спирта;

б)  $\beta$ -D-галактопиранозы и этилового спирта.

114. В виде каких форм существует D-глюкоза в кристаллическом состоянии и в растворе? Приведите их проекционные формулы.

115. В виде каких форм существует D-манноза в кристаллическом состоянии и в растворе? Приведите их проекционные формулы.

116. В виде каких форм существует D-фруктоза в кристаллическом состоянии и в растворе? Приведите их проекционные формулы.

117. Классификация дисахаридов. Напишите альдегидную и циклическую формулы мальтозы.

118. Классификация дисахаридов. Напишите альдегидную и циклическую

формулы целлобиозы.

119. Напишите уравнения реакций гидролиза сахарозы с использованием проекционных формул.

120. Напишите уравнения реакций гидролиза целлобиозы и лактозы с использованием проекционных формул.

121. Напишите уравнения реакций мягкого окисления мальтозы и лактозы с использованием проекционных формул.

122. Крахмал, его строение, гидролиз, биологическое значение.

123. Клетчатка, её строение, гидролиз, биологическое значение.

124. Что такое мутаротация? Опишите это явление.

125. Что такое инверсия? Что представляет собой инвертный сахар? Напишите формулу дисахарида сахарозы.

126. Классификация, номенклатура и изомерия аминов. Напишите структурные формулы всех возможных аминов состава  $C_7H_9N$ . Назовите их и укажите, какие из них первичные, вторичные и третичные амины.

127. Способы получения аминов. Получите пропиламин всеми возможными способами.

128. Напишите уравнения реакций получения метиламина всеми возможными способами.

129. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилизопропиламина с:

а)  $HCl$ ;

б) азотистой кислотой;

в) водой;

г) хлорангидридом уксусной кислоты

Назовите полученные вещества.

130. Получение и химические свойства анилина.

131. Химические свойства первичных аминов. Ответ иллюстрируйте на примере этиламина.

132. Химические свойства вторичных аминов. Ответ иллюстрируйте на примере диметиламина.

133. Химические свойства третичных аминов. Ответ иллюстрируйте на примере триметиламина.

134. Приведите уравнения реакций взаимодействия:

- а) этиламина с йодистым метилом;
- б) анилина с уксусным ангидридом;
- в) диметиламина с азотистой кислотой;
- г) метиламина с водой.

135. Классификация и изомерия аминокислот. Напишите структурные формулы изомерных аминокислот состава  $C_4H_9N$ . Назовите их.

136. Объясните, какую физиологическую роль играют аминокислоты. Напишите схему образования дипептида из:

- а) аланина и тирозина;
- б) гистидина и глицина.

137. Амфотерные свойства аминокислот. Ответ подтвердите реакциями с аланином.

138. Способы получения аминокислот. Получить  $\alpha$ -аминопропионовую кислоту всеми возможными способами.

139. Химические свойства аминокислот. Ответ подтвердите реакциями с валином.

140. Химические свойства аминокислот на примере  $\alpha$ -аминопропионовой кислоты.

141. Напишите уравнения реакций взаимодействия глицина с:

- а) йодистым метилом;
- б) хлорангидридом уксусной кислоты;
- в) этиловым спиртом;
- г) гидроксидом натрия.

142. Оптическая изомерия аминокислот. Ответ иллюстрируйте соответствующими проекционными формулами оптических антиподов аланина и валина.

143. Белки. Строение белков: первичная, вторичная и третичная структура

белка.

144.Классификация и функции белков. Гидролиз белков.

145.Пептидная связь. Качественные реакции на белок.

146.Классификация и основные типы гетероциклических соединений. Напишите формулы следующих соединений:

а) 2-метилпиррол;

б) 3-метилпиридин.

147.Индол, его строение и свойства. В состав какой незаменимой аминокислоты входит индол?

148.Пиррол, его строение и свойства. Биологическая роль производных пиррола.

149.Пиридин, его строение и свойства. Биологически активные вещества, содержащие пиридиновое кольцо.

150.Имидазол, пиримидин, пурин их строение и свойства. Биологическое значение их производных.

151.Что образуется при полном гидрировании пиррола и пиридина? В состав каких природных соединений входит ядро пирролидина?

152.Триптофан и его превращения при гниении белковых тел. Напишите уравнения реакций взаимодействия триптофана с:

а) соляной кислотой;

б) гидроксидом натрия.

153.Напишите формулы следующих гетероциклических соединений:

а)  $\alpha$ -метилпиррол;

б) 2-аминоимидазол;

в) 3,6-диметилиндол;

г) 2-окси-4-метилпиридин;

д) 2,6,8-триоксипурин;

е) 2-пропилпиперидин;

ж) 6-аминопурин (аденин).

154.Напишите уравнения следующих реакций:

- а) окисления  $\beta$ -метилпиридина;
- б) взаимодействия пиридина с соляной кислотой;
- в) гидрирования пиррола;
- г) взаимодействия пиррола с металлическим натрием.

155. Напишите уравнения следующих реакций:

- а) гидрирования пиридина;
- б) взаимодействия пиридина соляной кислотой;
- в) взаимодействия пиридина с йодистым метилом;
- г) взаимодействия индола с металлическим натрием.

156. Объясните ароматичность пиррола. Почему пиридин проявляет свойства основания, а пиррол практически нет?

157. Понятие об алкалоидах. Напишите формулы никотина, конина, анабазина, хинина, атропина.

158. Нуклеиновые кислоты и их биологическая роль. Классификация нуклеиновых кислот.

159. Рибонуклеиновые кислоты, их строение и биологическая роль.

160. Биологическая роль и строение дезоксирибонуклеиновых кислот.

161. Чем отличаются по составу нуклеотиды ДНК и РНК? Напишите формулу одного из нуклеотидов, входящих в состав РНК.

162. Какие азотистые основания входят в состав ДНК и РНК? Напишите формулу одного из нуклеотидов, входящих в состав ДНК.

163. Строение нуклеиновых кислот.

***РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:***

1. Брыкалов А.В. Лабораторный практикум по органической химии.  
– Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2004.
2. Грандберг И.И. Органическая химия. - М.:Дрофа, 2001.
3. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия.  
- М.:ВШ, 1981.
4. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. – М.:ВШ, 1970.