

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УО «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Т.А. Галаницкая**

***РУКОВОДСТВО  
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ***

*для студентов 1 курса  
стоматологического факультета*

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-79 01 07 «Стоматология»*

*Витебск  
2019*

УДК 577.1 (035)  
ББК 28.072 я 73  
Г15

Рецензенты: зав. кафедрой экологии и химических технологий УО «Витебский государственный технологический университет» к.т.н., доцент Н.Н. Ясинская.

Кафедра биоорганической химии УО «Белорусский государственный медицинский университет» (зав. каф. – к.м.н., доцент О.Н. Ринейская).

**Галаницкая Т.А.**

**Г15 Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии.** Для студентов 1 курса стоматологического факультета: Учебно-методическое пособие. – Галаницкая Т.А. - Витебск, ВГМУ, 2019. – 189 с.  
ISBN 978-985-466-948-9

Учебно-методическое пособие «Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии» для студентов 1 курса стоматологического факультета написано в соответствии с типовой учебной программой по биоорганической химии и включает разделы программы: «Теоретические основы строения и общие закономерности реакционной способности органических соединений», «Биологически важные гетерофункциональные соединения», «Органические соединения, применяемые в стоматологии», «Биополимеры и их структурные компоненты. Низкомолекулярные биорегуляторы», 500 тестов по программе курса.

Предлагаемое учебно-методическое пособие предназначено для освоения теоретического курса по биоорганической химии и выполнения лабораторных работ для студентов 1 курса стоматологического факультета.

**УДК 577.1 (035)**  
**ББК 28.072 я 73**

ISBN 978-985-466-948-9

© Т.А. Галаницкая, 2019.  
© УО «Витебский государственный медицинский университет», 2019.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.	
1.	Введение.	4
2.	Занятие №1. Введение в практикум. Классификации и номенклатуры органических соединений.	10
3.	Занятие №2. Электронное строение сопряжённых и ароматических систем. Взаимное влияние атомов в органической молекуле.	12
4.	Занятие №3. Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия.	15
5.	Занятие №4. Классификация и механизмы реакций органических соединений. Реакционная способность углеводородов, реакции $S_R$ , $A_E$ , $S_E$ .	17
6.	Занятие №5. Кислотно-основные свойства органических соединений.	22
7.	Занятие №6. Реакционная способность спиртов, аминов, тиолов, фенолов. Реакции $S_{N1}$ , $S_{N2}$ , $E$ .	27
8.	Занятие №7. Реакционная способность альдегидов и кетонов. Биологически важные реакции карбонильных соединений.	30
9.	Занятие №8. Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции $S_N$ .	34
10.	Занятие №9. Поли- и гетерофункциональные соединения алифатического и бензольного рядов.	40
11.	Занятие №10. Контрольная работа «Теоретические основы строения и реакционная способность основных классов органических соединений».	46
12.	Занятие №11. Углеводы. Моносахариды.	47
13.	Занятие №12. Углеводы. Олиго- и полисахариды.	52
14.	Занятие №13. Природные $\alpha$ -аминокислоты.	58
15.	Занятие №14. Пептиды и белки.	63
16.	Занятие №15. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды, нуклеотиды и их гидролиз.	66
17.	Занятие №16. Нуклеозид моно- и полифосфаты. Нуклеиновые кислоты.	70
18.	Занятие №17. Липиды. Классификация, химические свойства.	72
19.	Занятие №18. Органические соединения, применяемые в стоматологии.	76
20.	Занятие №19. Биополимеры и их структурные компоненты.	80
21.	Тесты по программе курса.	82
22.	Приложение.	172

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой по учебной дисциплине «Биоорганическая химия» для специальности 1-79 01 07 «Стоматология» для студентов стоматологических факультетов высших медицинских учебных заведений, утвержденного первым заместителем Министерства образования Республики Беларусь 08.08.2017 .

Цель преподавания и изучения учебной дисциплины «Биоорганическая химия» состоит в формировании у студентов и приобретении ими научных знаний о взаимосвязи строения, химических свойств биологически важных органических соединений как основы для понимания сути метаболизма и его регуляции на молекулярном уровне.

После изучения курса биоорганической химии студент должен **знать:**

- правила международной химической номенклатуры;
- химические свойства и биологическую значимость основных классов органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности;
- современные физико-химические методы исследования структуры и свойств органических соединений;
- современные представления о природе веществ, их строении, реакционной способности и биологической значимости;
- новейшие достижения в области биоорганической химии и перспективы их использования в профессиональной деятельности врача-стоматолога.

Студент должен **уметь:**

- проводить простейшие химические эксперименты с последующим анализом и оформлением результатов;
- проводить термически инициируемую реакцию полимеризации акрилатов;
- выбирать оптимальные методы применительно к конкретным системам при выделении, очистке, анализе и утилизации природных и синтетических органических веществ.

Студент должен **владеть:**

- методами проведения качественных реакций на важнейшие функциональные группы органических соединений;
- навыками безопасной работы в химической лаборатории.

## Учебный план курса биоорганической химии

Се- местр	Всего часов	Лекции	Лабораторные занятия	Текущая аттестация
I	58	20	38	Дифференцированный зачёт

Программой предусмотрена контрольная работа:

1. Теоретические основы строения и реакционной способности основных классов органических соединений (10 неделя).

### Тематический план лекций и лабораторных занятий по биоорганической химии

№ не- дели	Тема лекции	Тема лабораторного занятия
1	Введение. Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических молекулах.	1. Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений. 2. Электронное строение сопряженных и ароматических систем. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.
2	Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия.	3. Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия.
3	Реакционная способность углеводородов.	4. Классификация и механизмы реакций органических соединений. Реакционная способность углеводородов реакции $S_R$ , $S_E$ , $A_E$ . Лабораторная работа.
4	Реакционная способность спиртов, тиолов, аминов, фенолов. Кислотно-основные свойства органических соединений.	5. Кислотно-основные свойства органических соединений. Лабораторная работа. 6. Реакционная способность спиртов, тиолов, аминов, фенолов. Реакции $S_{N1}$ , $S_{N2}$ и $E$ . Лабораторная работа.
5	Реакционная способность альдегидов, кетонов, карбоновых кислот и их функциональных производных.	7. Реакционная способность альдегидов, кетонов. Биологически важные реакции карбонильных соединений. Лабораторная работа.

		8. Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции $S_N$ . Лабораторная работа.
6	Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности и лежащие в основе важнейших групп лекарственных средств.	9. Поли- и гетерофункциональные соединения алифатического и бензольного рядов. Лабораторная работа. 10. Контрольная работа: «Теоретические основы строения и реакционная способность основных классов органических соединений»
7	Углеводы – моносахариды, олиго- и полисахариды.	11. Углеводы. Моносахариды. Лабораторная работа. 12. Углеводы. Олиго- и полисахариды. Лабораторная работа.
8	Аминокислоты. Пептиды, белки.	13. Природные $\alpha$ -аминокислоты. Лабораторная работа. 14. Пептиды и белки, Уровни организации структуры белковых молекул. Лабораторная работа.
9	Нуклеиновые кислоты. Липиды.	15. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды, нуклеотиды и их гидролиз. Лабораторная работа. 16. Нуклеозид моно- и полифосфаты. Нуклеиновые кислоты. 17. Липиды. Классификация, химические свойства. Лабораторная работа.
10	Органические соединения, применяемые в стоматологии.	18. Органические соединения, применяемые в стоматологии. Лабораторная работа. 19. Биополимеры и их структурные компоненты.
		Дифференцированный зачёт.

Методические указания, составленные в соответствии с учебной программой по учебной дисциплине «Биоорганическая химия» являются основой в организации самоподготовки к занятию для самостоятельной работы студентов. Каждая отдельная тема, представлена в соответствии с календарным планом лабораторных занятий по биоорганической химии.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

Самоподготовка к занятию как управляемый процесс проводится в предлагаемой ниже последовательности.

#### ***1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки.***

В вопросах для самоподготовки определен объем программного материала, который необходимо усвоить в процессе самостоятельной работы по теме лабораторного занятия. Литература для самоподготовки указана под номерами в ниже приведённом списке, разделённом на основную литературу и дополнительную.

#### **Основная литература:**

1. Гидранович, Л.Г. Курс лекций по биоорганической химии. – Витебск, 2003. – 251 с.

2. Гидранович, Л.Г., Биоорганическая химия. Курс лекций, тестовый контроль, практические навыки. Учебное пособие для студентов 1 курса лечебного факультета. – Витебск, 2009. – 406с.

3. Гуринова, Е.С., Соколова, Т.Н. Полимерные материалы в стоматологии. Методическое пособие по биоорганической химии для студентов 1 курса стоматологического факультета. Витебск. – 2002 г. – 85 с.

4. Галаницкая Т.А., Гидранович Л.Г. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по биоорганической химии. (Для студентов 1 курса стоматологического факультета). Витебск. 2003г.

5. Тюкавкина, Н.А., Бауков, Ю.И. Биоорганическая химия: учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. Москва, 1991; Дрофа, 2005. 542 с.

6. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии: учебное пособие / под ред. Н.А. Тюкавкиной. Москва: Дрофа, 2009. 319 с.

#### **Дополнительная литература:**

7. Борисенко, А.В., Неспрядько, В.П. Композиционные пломбировочные и облицовочные материалы / Практ. Пособие / А.В. Борисенко, В.П. Неспрядько. Киев, 2001. – 200 с.

8. Овчинников, Ю.А. Биоорганическая химия. - М: Просвещение.- 1987

9. Потапов, В.М. Стереохимия / В.М. Потапов. Москва: Химия, 1988. 463 с.

10. Романовский, И.В, Современные пломбировочные материалы, применяемые в стоматологии; учебн.-метод. Пособие / И.В.Романовский, Н.И.Губкин, А.В.Губкина. – Минск: БГМУ, 2001.– 49 с.

11. Романовский, И.В. Краткий теоретический курс биоорганической химии: учеб.-метод. пособие / И.В. Романовский. Минск: БГМУ, 2011. 166 с.

12. Грандберг, И.И., Грандберг, Н.Л. Органическая химия: учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Грандберг. Москва: Дрофа, 2009. 608 с.

## ***2. Проверить уровень усвоения программного материала по вопросам для контроля самоподготовки.***

Студент в процессе решения заданий по вопросам контроля самоподготовки может самостоятельно определить степень готовности к занятию и проверить себя по примерному заданию итогового контроля, который аналогичен предлагаемому на занятии.

## ***3. Оформить протокол лабораторной работы.***

В данном разделе содержится описание лабораторных опытов по заданной теме. При оформлении протоколов лабораторных работ следует указать:

- тему лабораторной работы;
- номер и название лабораторного опыта;
- краткое описание хода опыта;
- химизм происходящих процессов;
- наблюдаемый результат по опыту;
- вывод и ответы на вопросы по проведённому опыту.

Первые четыре пункта заполняются заранее при подготовке к занятию дома, последние две – после выполнения опыта на занятии.

## **II. Работа на занятии.**

В данном разделе описываются основные виды работ, которые студент должен выполнять на занятии и указано время, отведенное на эту работу. Лабораторное занятие состоит из следующих частей:

1. Лабораторная работа, которая выполняется индивидуально каждым студентом. После выполнения опыта студент вписывает в протокол наблюдаемый результат и делает вывод. В выводе желательно указать применение в химии или медицине данной реакции. Оформив в протоколе наблюдаемые результаты, студент показывает пробирки с опытами преподавателю и отвечает на 1–2 вопроса к опытам.

2. Практическая часть, которая представляет собой решение ситуационных задач у доски, работу с молекулярными моделями, таблицами, наглядными пособиями.

3. Контроль усвоения программного материала, который проводится по вопросам письменно и часть в виде теста.

4. Подведение итогов, где преподаватель объявляет оценки, указывает наиболее типичные ошибки и даёт задание к следующему занятию.



**При выполнении лабораторных опытов каждый студент обязан знать и соблюдать меры безопасности при работе в химической лаборатории:**

1. Большинство органических веществ летучие и в лаборатории их количество должно соответствовать предельно допустимой концентрации паров в воздухе рабочей зоны, поэтому работу с такими веществами проводят в вытяжном шкафу.

2. Все лабораторные опыты проводятся с малыми количествами химических веществ, строго соблюдая методику опыта, что снижает опасность работы.

3. Категорически запрещается пробовать любые химические вещества на вкус, брать их руками. Во избежание отравления не вдыхать пары летучих веществ. Нюхать вещества следует осторожно, направляя движением руки воздух от отверстия пробирки к носу.

4. Для опытов используются только сухие чистые пробирки.

5. Нагревать пробирки следует постепенно в нижней части, закрепив пробирку в пробиркодержателе и держа ее в наклонном положении. Не направлять отверстие пробирки на себя или в сторону соседа.

6. Все работы с концентрированными кислотами и щелочами проводить в вытяжном шкафу. Не допускать попадания их на кожу и слизистые оболочки во избежание ожога.

7. Опыты с легковоспламеняющимися и летучими жидкостями (эфир, бензол, низшие спирты, ацетон, этилацетат) проводятся в вытяжном шкафу вдали от открытого огня и включенных электроплиток. Не вдыхать их пары.

8. Осторожно обращаться с токсическими веществами (бензол, толуол, анилин, бензальдегид, гидроксиламин). Не вдыхать их пары, избегать попадания на кожу.

9. Не выливать концентрированные кислоты, щелочи и реакционные смеси в раковину, собирать их в склянку для слива.

10. При несчастных случаях немедленно следует поставить в известность преподавателя, использовать аптечку первой помощи в лаборатории или обратиться к врачу.

## ЗАНЯТИЕ № 1

**Тема: Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений.**

**Цель:** Сформировать современные знания классификации и правил международной химической номенклатуры биологически активных органических соединений и умений их использовать.

### I. Самоподготовка к занятию.

**1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

**1.1.** Задачи биоорганической химии как учебной дисциплины для стоматологии. Объекты, изучаемые биоорганической химией.

**1.2.** Классификация органических соединений и основные классы по строению углеродного скелета.

**1.3.** Классификация органических соединений и основные классы по функциональным группам.

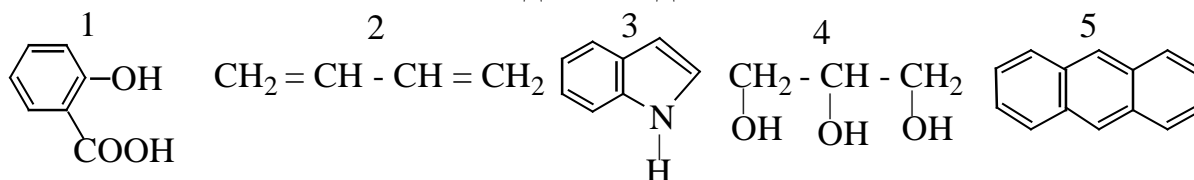
**1.4.** Основные правила заместительной номенклатуры IUPAC органических соединений. Понятие о радикально-функциональной номенклатуре.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2].

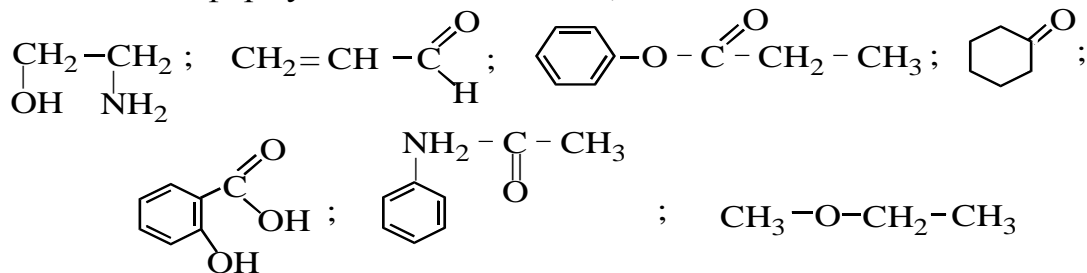
**1. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**1.1.** Классифицируйте органические соединения по характеру углеродного скелета. Перепишите структурные формулы, выделите углеродный скелет и назовите класс каждого соединения:



**1. Салициловая кислота. 2. Бутадиен-1,3. 3. Индол; 4. Глицерин. 5. Антрацен.**

**2.2.** Классифицируйте органические соединения по функциональным группам. Перепишите структурные формулы, выделите функциональные группы и назовите их (пользуйтесь таблицей №1 в приложении). Найдите в таблице общие формулы данных классов, запишите и назовите их.



**2.3.** Напишите структурные формулы соединений и назовите функциональные группы в их составе: этандиол-1,2; 2-аминоэтанол (коламин); 2-

гидроксипропановая кислота (молочная кислота); пропеналь (акролеин); метоксиэтан; 2-амино-4-метилтиобутановая кислота (метионин); циклогексанон; N-фенилэтанамид; этилпропеноат; метилэтанеат.

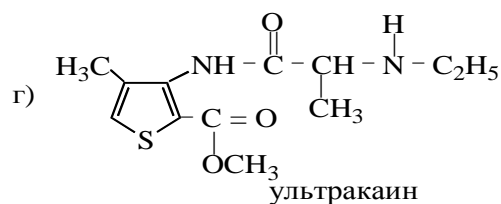
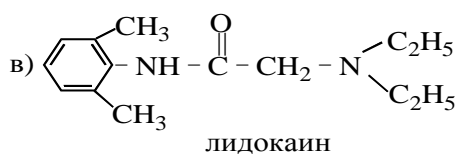
**2.4.** Напишите структурные формулы следующих соединений и в каждом ряду подчеркните монофункциональные соединения (одной чертой), полифункциональные соединения (двумя чертами), гетерофункциональные соединения (волнистой чертой):

а) пропантриол-1,2,3; пропантиол-1; 2-амино-4-метилтиобутановая кислота; 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан;

б) этоксиэтан; этил-2-аминоэтанеат; циклогександикарбоновая кислота-1,4; этилпропенеат;

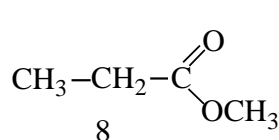
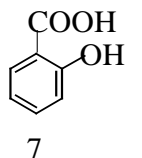
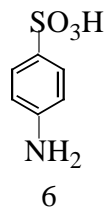
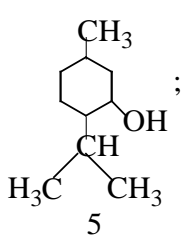
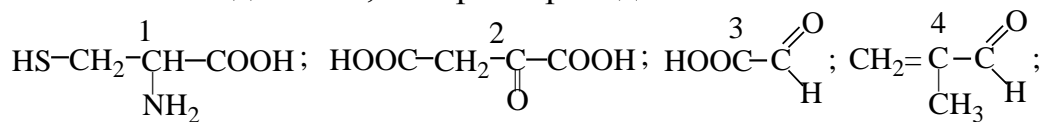
в) 4-амино-2-гидроксибензойная кислота; 3-фенилпропанамин-2; 4-аминобензолсульфоная кислота; циклогексангексаол-1,2,3,4,5,6.

**2.5.** Классифицируйте лекарственные средства по функциональным группам. Выделите функциональные группы, запишите в общем виде формулы классов и назовите их.



**2.6.** Приведите структуру и назовите одновалентные радикалы, полученные от метана, этана, пропана, изопропана, изобутана. Запишите определения понятиям «родона начальная структура», «характеристическая группа», «заместитель», «органический радикал».

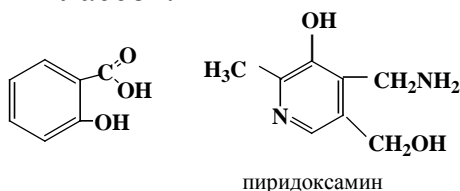
**2.7.** Перечислите основные принципы заместительной номенклатуры ИУРАС и назовите соединения, которые приведены ниже:



**2.8.** Напишите структурные формулы соединений, которые названы по радикало-функциональной номенклатуре: метилэтиловый эфир, изопропилфенил кетон, метилэтил амин, этиловый спирт.

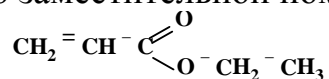
### 3. Примерный вариант задания для итогового контроля.

1. Определите класс по углеродному скелету и функциональной группе у соединений: циклогексанон, 2-амино-3-фенилпропановая кислота, метилпропеноат. Напишите их структурные формулы.
2. Классифицируйте лекарственные средства по функциональным группам. Выделите и назовите функциональные группы, запишите в общем виде структурные формулы классов.

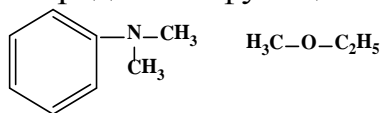


Салициловая кислота

3. Назовите соединение по заместительной номенклатуре.



4. Назовите соединения по радикало-функциональной номенклатуре.



### II. План работы на занятии.

1. Решение ситуационных задач – 60 мин.
2. Контроль усвоения знаний (самостоятельная работа) – 25 мин.
3. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

### ЗАНЯТИЕ № 2

**Тема:** Электронное строение сопряжённых и ароматических систем.  
**Взаимное влияние атомов в органической молекуле.**

**Цель:** Сформировать знания об электронном строении молекул с сопряженными связями как термодинамически устойчивых системах, используемых при построении биологически активных соединений; взаимном влиянии атомов как фактора формирования реакционных центров; умения определять тип сопряженных систем, вид и знак индуктивного и мезомерного эффектов функциональных групп в органических соединениях, электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

#### I. Самоподготовка к занятию.

1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

**1.1.** Электронное строение атома углерода, гибридизация атомных орбиталей, типы гибридизации атомов в молекуле. Типы химических связей в органических соединениях.

**1.2.** Сопряжение, виды сопряжения:  $\pi, \pi$ - и  $p, \pi$ -. Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью.

**1.3.** Ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений. Энергия сопряжения. Термодинамическая стабильность биологически важных молекул с открытыми и замкнутыми сопряженными системами.

**1.4.** Взаимное влияние атомов в молекуле: индуктивный и мезомерный электронные эффекты заместителей. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

**1.5.** Распределение электронной плотности в молекуле. Реакционные центры.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

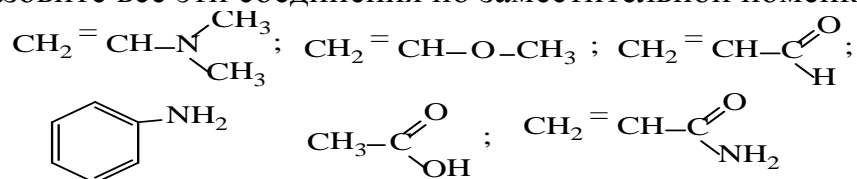
**Таблицы в приложении:** [3], [4], [5].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

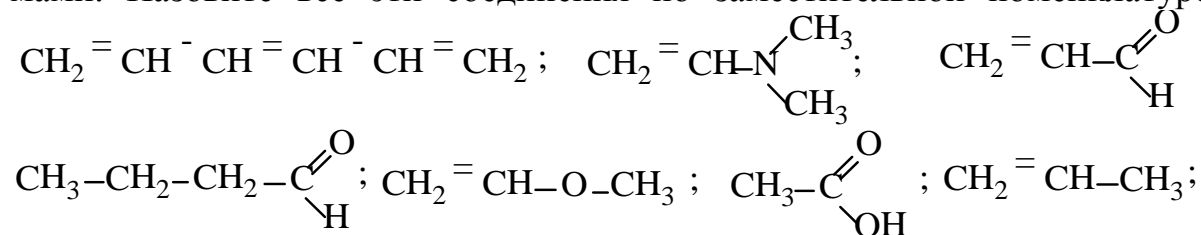
**2.1.** Напишите структурные формулы и определите тип гибридизации атома углерода в: циклогексане; метилбензоле; 2-метилбутадиене-1,3; циклопентене; бутине-1.

**2.2.** Дайте определение понятиям «сопряжение», «сопряженные системы». Выберите соединения с сопряжением из следующей группы: пропен; пентадиен-1,3; бензол; бутен-2; фенол; пропеновая кислота, и напишите их структурные формулы.

**2.3.** Укажите пиррольное и пиридиновое состояние гетероатомов в соединениях. Назовите все эти соединения по заместительной номенклатуре.

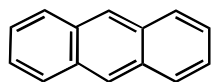


**2.4.** Найдите среди приведенных соединений те, что имеют сопряженные системы, и выпишите с  $\pi, \pi$ -сопряженными и с  $p, \pi$ -сопряженными системами. Назовите все эти соединения по заместительной номенклатуре.



**2.5.** Дайте определение понятиям «энергия сопряжения», «ароматичность». Перечислите критерии ароматичности на примере бензола и нафталина.

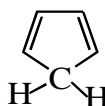
**2.6.** Выберите среди приведенных соединений ароматические структуры, используя для доказательства критерии ароматичности,



антрацен



циклооктатетраен



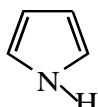
циклопентадиен-1,3



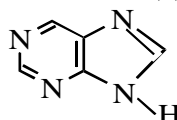
фуран



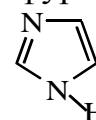
пиримидин



пиррол

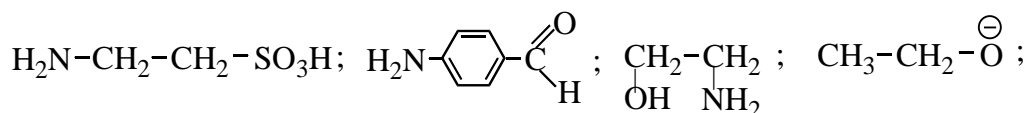


пурин

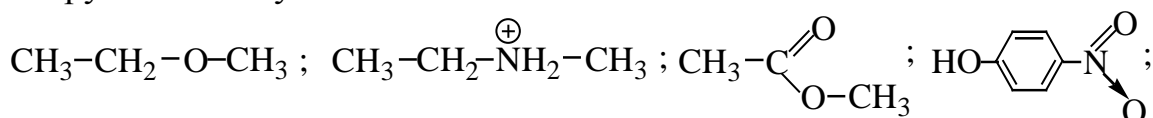


имидазол

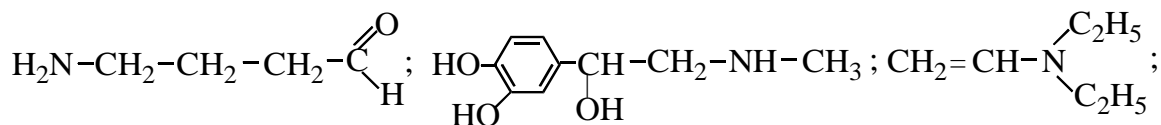
**2.7.** Дайте определение понятию «индуктивный эффект». Выберите структуры, в которых функциональные группы и ионы проявляют индуктивный эффект.



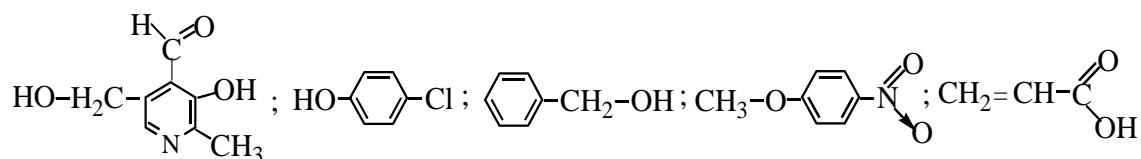
**2.8.** Определите знаки индуктивного эффекта функциональных и алкильных групп в молекулах и ионах.



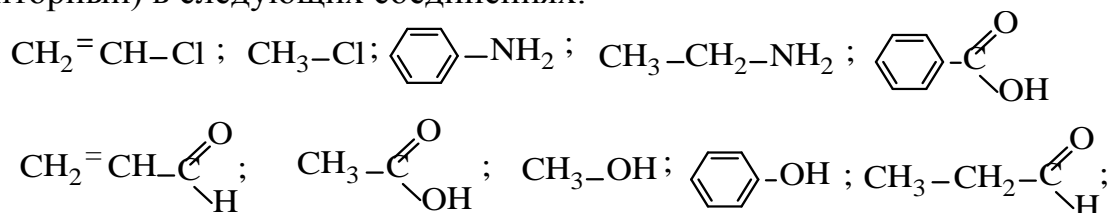
**2.9.** Дайте определение понятию «мезомерный эффект». Выберите структуры, в которых функциональные группы проявляют мезомерный эффект.



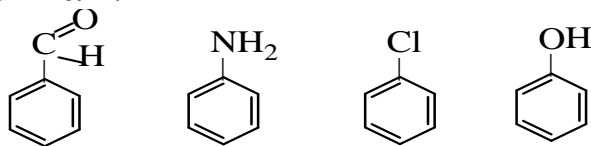
**2.10.** Определите знаки мезомерного эффекта функциональных групп и алкильных радикалов в соединениях:



**2.11.** Что такое электронодонорные и электроноакцепторные заместители? Определите характер заместителей (электронодонорный или электроноакцепторный) в следующих соединениях:

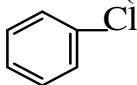


**2.12.** Расположите соединения в ряд по убыванию электронной плотности в бензольном кольце, учитывая электронодонорный и электроноакцепторный характер заместителя:



### 3. Пример задания итогового контроля:

1. Определите тип гибридизации всех атомов у бензоламина и пропеналя, наличие сопряжения и сопряжённых систем.
2. Докажите ароматичность соединения (определите по всем критериям):



3. Напишите структурную формулу 2-амино-3-фенил-пропановой кислоты, покажите индуктивный и мезомерный электронные эффекты графически и укажите их знаки. Определите характер влияния заместителей (ЭД или ЭА).

### II. Работа на занятии.

1. Решение ситуационных задач – 60 мин.
2. Контроль усвоения знаний (письменно) – 25 мин.
3. Подведение итогов и задание на следующее занятие – 5 мин.

### ЗАНЯТИЕ № 3

**Тема: Пространственное строение органических молекул и стереоизомерия.**

**Цель:** Сформировать знания фундаментальных стереохимических понятий (конформация, конфигурация, хиральность, энантиомерия и диастереомерия); знания о единстве электронного, структурного и пространственного строения органических молекул, стереоспецифичности; умения использовать проекции Ньюмена и Фишера для изображения пространственного строения молекул.

#### I. Самоподготовка к занятию.

1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

**1.1.** Конфигурация и конформация как способы описания пространственного строения молекулы. Молекулярные модели, стереохимические формулы, проекционные формулы Фишера, формулы Ньюмена.

**1.2.** Хиральность, хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Энантиомерия. Относительная D- и L-система стереохимической номенклатуры, понятие о R, S-номенклатуре.

**1.3.** Стереизомерия молекул с одним, двумя и более центрами хиральности: энантиомерия и  $\sigma$ -диастереомерия, мезоформы, рацемические смеси.  $\pi$ -Диастереомерия ненасыщенных соединений.

**1.4.** Связь пространственного строения соединения с его биологической активностью. Теории Фишера, Кошленда. Комплементарность.

**1.5.** Конформации ациклических соединений. Виды напряжений в молекуле (торсионное и Ван-дер-ваальсово). Энергетическая характеристика конформации алканов. Угловое напряжение и конформации шестичленных циклических соединений, их энергетическая характеристика. Аксиальные и экваториальные связи, 1,3-диаксиальное взаимодействие, инверсия цикла.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблица в приложении:** [6].

## **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

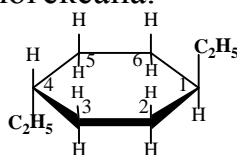
**2.1.** Дайте определение понятиям «конфигурация», «конформация», «стереоизомерия».

**2.2.** Изобразите с помощью проекционных формул Ньюмена конформации, возникающие при вращении вокруг связи  $C_2-C_3$  для бутандиамина-1,4. Что такое «конформационная изомерия», «заслоненная конформация», «заторможенная конформация», «торсионное напряжение»?

**2.3.** Изобразите с помощью проекционных формул Ньюмена конформации, возникающие при вращении вокруг связи  $C_2-C_3$  для бутанола-1; бутановой кислоты. Приведите энергетическую характеристику для конформаций этих соединений.

**2.4.** Изобразите конформацию 1,2-диметилциклогексана с минимальным запасом внутренней энергии и укажите связи аксиальные и экваториальные.

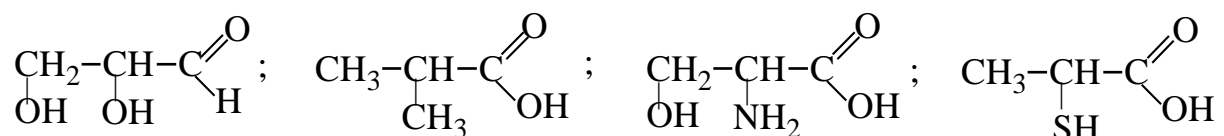
**2.5.** Проведите инверсию циклов и объясните разную термодинамическую устойчивость конформаций замещённых производных циклогексана на примере транс-1,4-диэтилциклогексана.





2.6. Изобразите строение, конфигурацию и наиболее энергетически выгодную конформацию цис- и транс-циклогександиола-1,3. Что такое «угловое напряжение», «диаксиальное взаимодействие»?

2.7. Дайте определение понятиям «хиральность», «энантиомерия», «σ- и π-диастереомерия», «рацемат». Выберите хиральные структуры у соединений и представьте их в виде пары энантиомеров, используя стандартные проекции Фишера, укажите D- и L- стереохимическую номенклатуру.



2.8. Напишите проекционные формулы стереоизомеров (энантиомеров и/или диастереомеров) 2-амино-3-метилпентановой кислоты, циклогександикарбоновой кислоты-1,4; 2,3-дихлорбутановой кислоты, 2,3-дигидроксибутандиовой кислоты.

### 3. Пример задания итогового контроля:

1. Напишите возможные конформации в проекциях Ньюмена (по C<sub>1</sub> – C<sub>2</sub>) для пропанамина-1 и определите какая из них энергетически более выгодна?
2. Изобразите наиболее термодинамически устойчивую конформацию для цис-1,3-диметилциклогексана и объясните свой выбор.
3. Выберите хиральные структуры из группы соединений: 2-аминобутаналь; пропантриол-1,2,3; 2-метилпропановая кислота; 2,3-дигидроксибутановая кислота. Напишите для них соответствующие конфигурационные стереоизомеры, укажите энантиомеры и диастереомеры, и D-, L- стереохимическую номенклатуру.

### II. Работа на занятии.

1. Решение ситуационных задач – 60 мин.
2. Контроль усвоения знаний (письменно) – 25 мин.
3. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## ЗАНЯТИЕ № 4

**Тема: Классификация и механизмы реакций в органической химии. Реакционная способность углеводородов, реакции S<sub>R</sub>, A<sub>E</sub>, S<sub>E</sub>.**

**Цель:** Сформировать знания о механизме реакции, субстрате, реагенте, реакционном центре; строении и свойствах углеводородов; умения прогнозировать способность основных классов углеводородов вступать в реакции гомолитического или гетеролитического взаимодействия, исходя из электронного строения, типов гибридизации и взаимного влияния атомов.

## I. Самоподготовка к занятию.

### 1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

**1.1.** Понятие о механизме реакции. Субстрат, реагент, реакционный центр. Классификация органических реакций по результату, реакции радикальные, ионные, согласованные. Типы реагентов: радикальные, электрофильные, нуклеофильные, кислотные, основные.

**1.2.** Гомолитический разрыв ковалентной связи и понятие о свободных радикалах и цепных реакциях. Гетеролитический разрыв ковалентной связи; карбокатионы и карбоанионы.

**1.3.** Реакционная способность насыщенных углеводородов. Реакции радикального замещения. Понятие о цепных процессах. Роль радикальных реакций окисления в биологических процессах. Использование парафина и озокерита в ортопедической стоматологии.

**1.4.** Реакции электрофильного присоединения в ряду алкенов. Механизм реакции гидратации. Влияние статических и динамических факторов на региоселективность реакции присоединения, правило Марковникова. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным диенам. Качественные реакции обнаружения кратных связей в анализируемом объекте.

**1.5.** Реакции полимеризации ненасыщенных соединений. Применение в стоматологии полимеров на основе акриловой и метакриловой кислот; гуттаперчи.

**1.6.** Реакции электрофильного замещения у ароматических соединений. Механизм реакции, роль катализаторов в образовании электрофильной частицы. Влияние заместителей в ароматическом ядре на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Реакции алкилирования и галогенирования *in vivo*.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [7], [8], [9], [10].

### 2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:

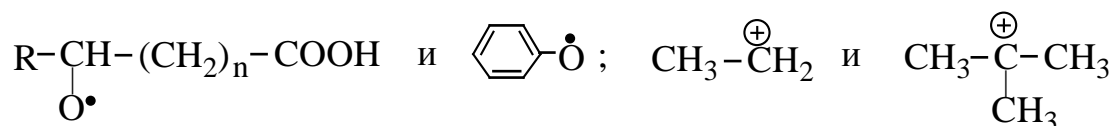
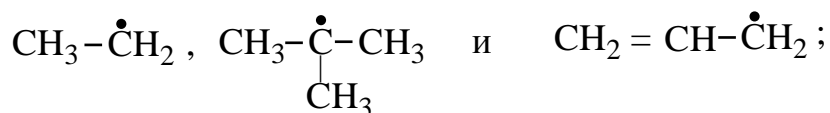
**2.1.** Напишите схему реакции бромирования 2-метилпропана и дайте определение понятиям «химическая реакция», «субстрат», «реагент», «реакционный центр», «продукт реакции».

**2.2.** Напишите схемы реакций бромирования циклопентана и циклопентена и покажите схемы гомолитического и гетеролитического расщепления химической связи у субстрата.

**2.3.** Укажите механизм и объясните региоселективность реакции бромирования 2-метилбутана при облучении УФ-светом.

**2.4.** Приведите электронное строение промежуточных частиц – свободного радикала, карбокатиона, карбоаниона. Чем определяется стабильность промежуточных частиц?

**2.5.** Какие из приведенных промежуточных частиц будут более стабильны? Почему? Дайте определение понятию «реакционная способность».



**2.6.** Объясните склонность алкенов к реакциям электрофильного присоединения ( $A_E$ ), исходя из их электронного строения.

**2.7.** Сравните реакционную способность этена, пропена и 2-метилпропена в реакциях  $A_E$ , используя статический и динамический факторы оценки реакционной способности.

**2.8.** Напишите схемы процессов гидрогалогенирования и гидратации для 2-метилпропена и опишите по стадиям механизмы этих реакций для 2-метилпропена. Дайте обоснование правилу Марковникова (с учетом статического и динамического факторов) и поясните роль кислотного катализа в реакциях гидратации.

**2.9.** Напишите схему реакции гидратации пропеновой кислоты и бутен-2-овой кислоты. Объясните причину отклонения от правила Марковникова у  $\alpha, \beta$ -непредельных карбоновых кислот.

**2.10.** Объясните особенность электрофильного присоединения к сопряженным диенам в реакции гидрогалогенирования бутадиена-1,3 и возникновение продукта 1,4-присоединения.

**2.11.** Объясните склонность к реакциям полимеризации ненасыщенных соединений на примерах акриловой (пропеновой) кислоты и метакриловой (2-метилпропеновой) кислоты.

**2.12.** Напишите схему реакции бромирования бензола, опишите механизм  $S_E$  и объясните роль катализатора в образовании электрофильной частицы.

**2.13.** Напишите схемы реакций: галогенирования, нитрования, сульфирования, метилирования бензоламина(анилина) и бензальдегида. Объясните правило ориентации в бензольное кольцо. Сравните реакционную способность приведенных соединений в реакциях  $S_E$ .

### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

#### Лабораторная работа.

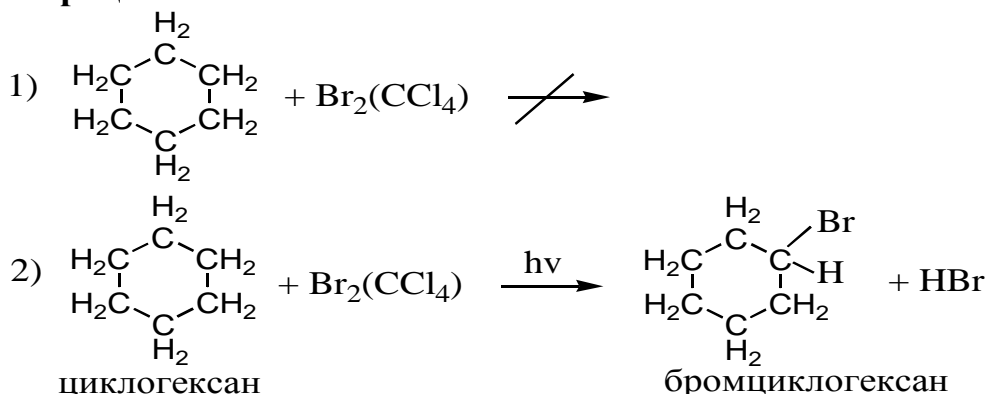
#### «Реакционная способность алифатических и ароматических углеводородов».

##### *Опыт №1. Бромирование предельных углеводородов.*

В две пробирки поместите 3–4 мл циклогексана, добавьте 4–5 капель раствора брома в четыреххлористом углероде и встряхните. Одну из пробирок накройте колпачком из черной бумаги. Поставьте обе пробирки под источник УФ-света на 3–4 минуты для облучения. Снимите черный кол-

пачок и сравните обе пробирки. Что вы наблюдаете? Напишите химизм бромирования циклогексана.

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

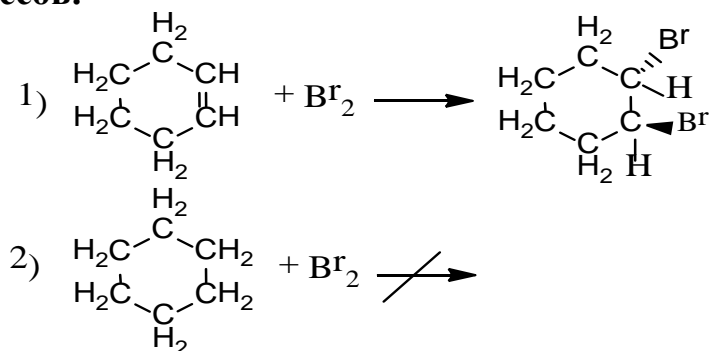
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какие внешние признаки характерны для реакции радикального замещения ( $S_R$ ) при бромировании циклогексана?
2. Напишите химизм и все стадии механизма реакции радикального замещения ( $S_R$ ) для бромирования циклогексана.

**Опыт №2. Бромирование непредельных углеводородов.**

В пробирку поместите 2–3 капли бромной воды, добавьте по каплям циклогексен, встряхните пробирку. Параллельно проведите аналогичный опыт с циклогексаном. Что вы наблюдаете? Напишите химизм реакции бромирования циклогексена.

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

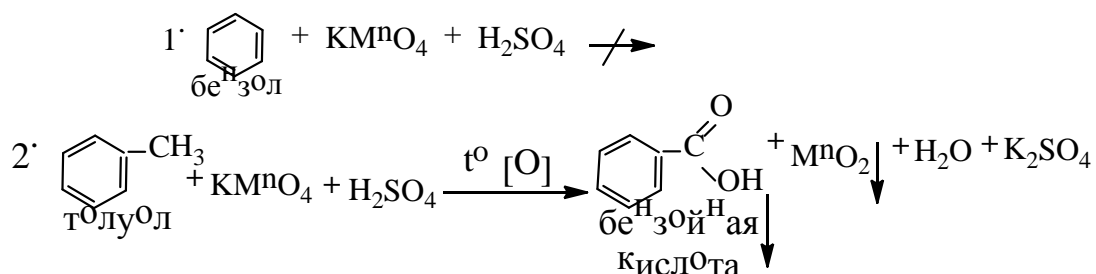
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какие внешние признаки характерны для реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ) при бромировании алкена?
2. Описать по стадиям механизм ( $A_E$ ) реакции бромирования циклогексена.

**Опыт №3. Отношение бензола и толуола к окислению.**

В 2 пробирки поместите по 2 капли 0,01н (0,2%  $\text{KMnO}_4$ ), затем в одну 2 капли бензола, а во вторую 2 капли толуола. Энергично встряхните. Обесцвечивания раствора не наблюдается. Добавьте в обе пробирки по 1 капле 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и осторожно нагрейте над спиртовкой. Что вы наблюдаете?

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

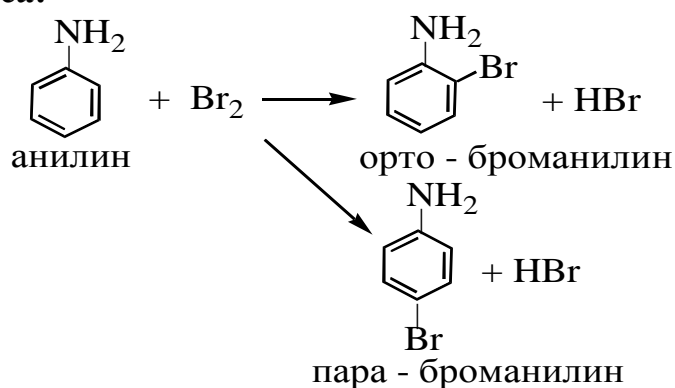
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Как объяснить обесцвечивание раствора  $\text{KMnO}_4$  в этом опыте?
2. По какому структурному фрагменту молекулы толуола происходит реакция окисления и в каких условиях?

**Опыт №4. Бромирование анилина.**

В пробирку поместите 1 каплю анилина и 5–6 капель воды, хорошо встряхните. Что наблюдаете? Прибавьте несколько капель бромной воды до появления белого осадка 2,4,6–триброманилина. Объясните химизм и механизм реакции бромирования анилина и ориентацию в бензольное кольцо.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Определите и укажите тип и механизм реакции бромирования анилина.
2. Опишите все стадии механизма реакции бромирования анилина.
3. Почему в схеме реакции бромирования анилина приведено два продукта реакции бромирования?

4. Объясните, какое влияние оказывает аминогруппа на скорость реакции электрофильного замещения.

#### **4. Пример задания итогового контроля:**

1. В каких условиях идёт реакция бромирования бутана? Напишите схему реакции, опишите механизм по стадиям и объясните региоселективность.
2. Напишите схему реакции гидратации 2–метилпропена, опишите механизм. Сравните реакционную способность 2–метилпропена и этилена в реакции гидратации.
3. Напишите схему реакции этилирования анилина (бензоламина). Укажите условия и механизм, покажите ориентирующее действие аминогруппы.

### **II. Работа на занятии.**

1. Контроль знания правил безопасной работы в лаборатории – 5 мин.
2. Выполнение лабораторной работы – 25 мин.
3. Решение ситуационных задач – 35 мин.
4. Контроль усвоения знаний – 20 мин.
5. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 5**

**Тема: Кислотно-основные свойства органических соединений.**

**Цель:** Сформировать знания кислотно-основных свойств органических соединений в соответствии с теориями Бренстода и Льюиса, количественной и качественной оценки этих свойств; умения проводить качественные реакции на кислотные и основные свойства органических соединений.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

**1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

**1.1.** Кислотность и основность в соответствии с теориями Бренстеда и Льюиса. Количественная и качественная характеристика кислотных и основных свойств органических соединений.

**1.2.** Общие закономерности в изменении кислотных или основных свойств во взаимосвязи с природой атомов в кислотном или основном центре, электронными эффектами заместителей при этих центрах.

**1.3.** Токсичность сильных кислот и оснований. Амфотерность, Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств. Водородные связи в структуре биополимеров.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

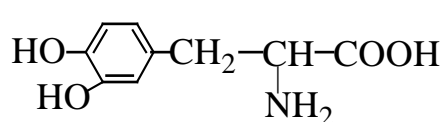
**Таблицы в приложении:** [11], [12], [13].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

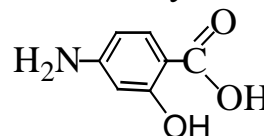
**2.1.** Дайте определение понятия «кислота» по теории Бренстеда–Лоури. Расположите в ряд по уменьшению кислотности группы соединений и обоснуйте свой ответ:

- а) этанол, 2-хлорэтанол, 2,2-дихлорэтанол;  
 б) фенол, п-нитрофенол, п-аминофенол;  
 в) этановая, этандиовая, пропандиовая кислоты;  
 г) этанол, фенол, этановая кислота.

**2.2.** Качественно оцените силу кислотных центров в молекулах:



3,4-дигидроксифенилаланин

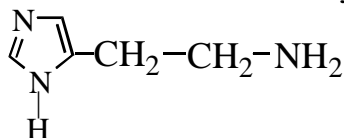


п-аминосалициловая кислота

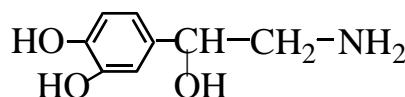
**2.3.** Дайте определение понятия «основание» по теории Бренстеда–Лоури. Расположите в ряд по уменьшению основности следующие соединения:

- а) этанол, этантиол, этанамин;  
 б) метиламин, диметиламин, анилин;  
 в) п-аминофенол, анилин, п-аминобензойная кислота.

**2.4.** Качественно оцените силу основных центров в молекулах:

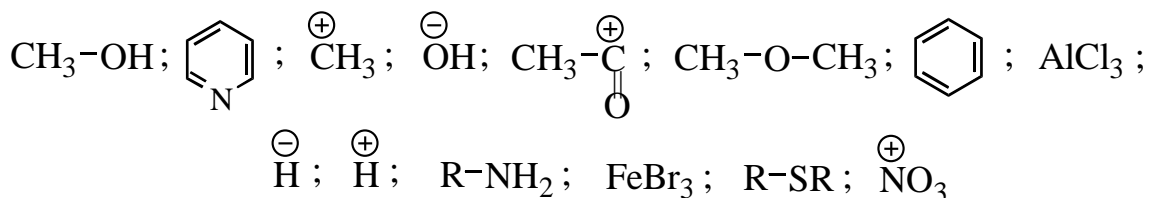


гистамин



норадреналин

**2.5.** Дайте определение понятий «кислота», «основание» по теории Льюиса. Разделите приведенные соединения на группы кислот и оснований Льюиса:



**2.6.** Покажите распределение электронной плотности в молекулах пропанола, пропантиола, пропанамина. Выделите и назовите их реакционные центры, ответственные за кислотно–основные свойства.

**2.7.** Сравните силу кислотных центров пропанола и пропантиола. Приведите схемы реакций, подтверждающих различие в кислотных свойствах данных веществ.

### 3. Оформить протокол лабораторной работы:

#### Лабораторная работа.

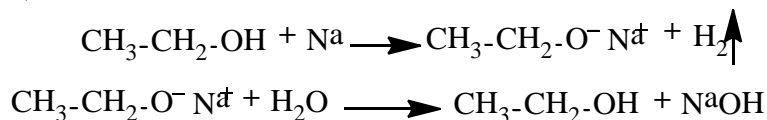
#### «Биологически важные реакции спиртов, фенолов, аминов».

#### Опыт №1 . Получение этоксида натрия и его гидролиз.

В сухую пробирку поместите 3 капли абсолютного этанола и внесите кусочек (с рисовое зёрнышко) металлического натрия, пробирку закройте пробкой. Наблюдается выделение водорода и образования соли – этилата натрия в виде белого осадка. Через несколько минут снимите пробку над

пламенем спиртовки и смесь водорода с воздухом сгорая издаст, «лающий» звук. К белому осадку соли добавьте 3-4 капли абсолютного этанола и 1 каплю раствора фенолфталеина, встряхните и добавьте 1-2 капли воды. Объясните изменения в системе.

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

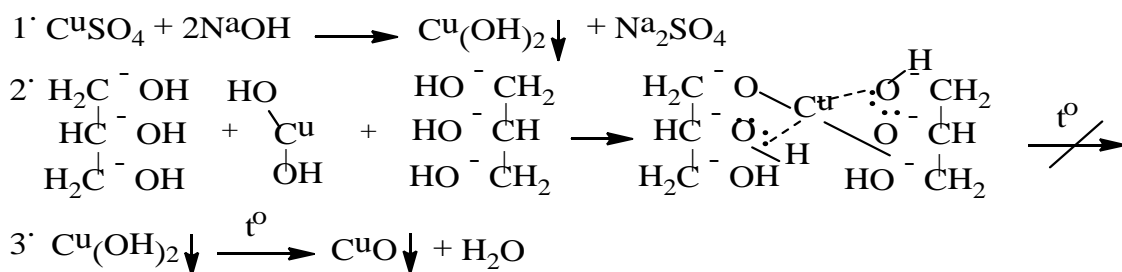
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какие свойства проявил этанола в реакции с металлическим натрием?
2. Почему этоксид натрия может вступать в реакцию гидролиза с водой?

**Опыт №2 . Реакция глицерина с гидроксидом меди.**

В две пробирки поместить по 3 капли 0,2н CuSO<sub>4</sub> и 5 капель 2н NaOH. К образовавшемуся осадку Cu(OH)<sub>2</sub> добавить в первую пробирку 1 каплю воды, во вторую – 1 каплю глицерина и встряхнуть. Наблюдают, образование во второй пробирке комплексной соли меди (глицерата меди) тёмно-синего цвета. При нагревании цвет глицерата меди не меняется тогда, как в первой пробирке осадок Cu(OH)<sub>2</sub> при нагревании разлагается с выделением CuO (в виде черного осадка).

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

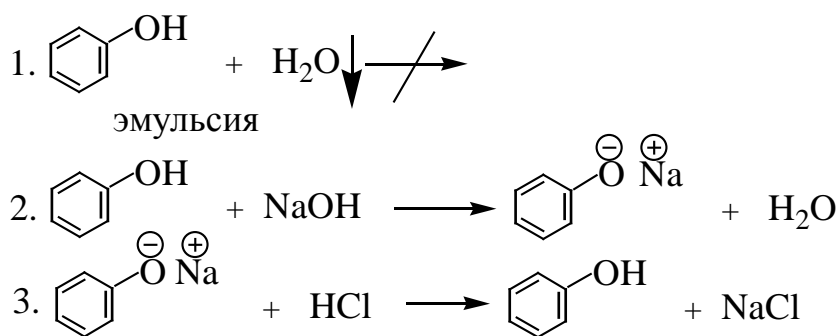
3. Сравните кислотные свойства глицерина и этанола и обоснуйте ответ.
4. Какой структурный фрагмент в молекуле глицерина растворяет гидроксид меди?

**Опыт №3. Получение фенолята натрия и его разложение.**

В пробирку поместить 3 капли воды и 2 капли фенола, встряхнуть. К полученной эмульсии добавить по каплям 2н NaOH до образования прозрачного раствора фенолята натрия. Затем полученный раствор подкислить несколькими каплями раствора HCl. Что наблюдаете?



### Химизм процессов:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

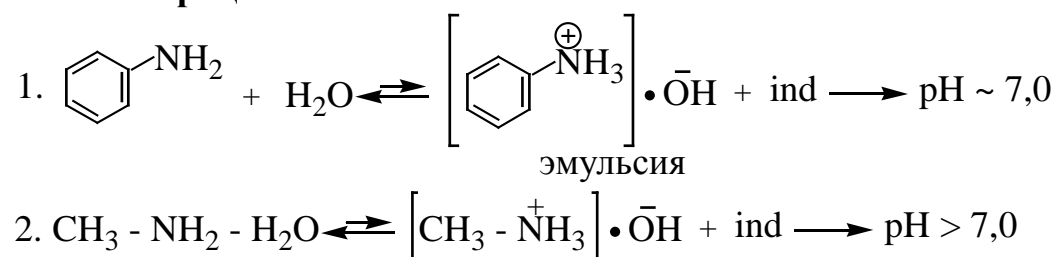
Ответьте на вопросы к опыту:

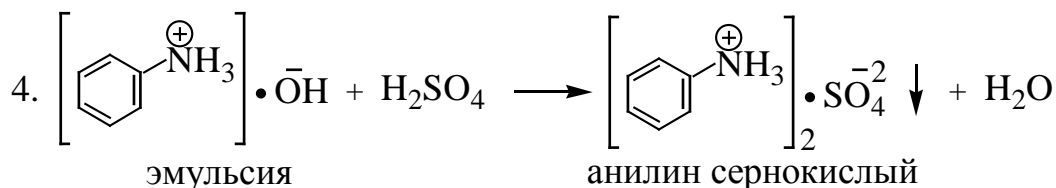
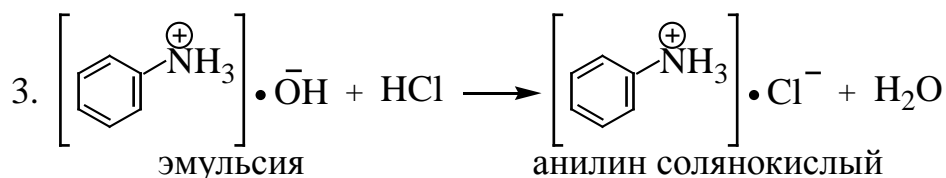
1. Сравните кислотные свойства фенола и этанола. Приведите схемы реакций, подтверждающие эти свойства.
2. К какой группе кислот по теории Бренстеда относятся спирты и фенолы?

#### Опыт №4. Сравнение основных свойств метиламина и анилина.

В 2 пробирки внести по 2 капли воды, а затем в первую – 1 каплю анилина, во вторую – 1 каплю метиламина и встряхнуть. Сравнить растворимость аминов в воде. Перенести с помощью стеклянной палочки по 1 капле содержимого каждой пробирки на полоску индикаторной бумаги (универсальной индикаторной) и определить рН. Эмульсию анилина разделите на 2 порции, к первой добавьте 1 каплю 2н HCl, а к другой – 1 каплю 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и встряхните. Что наблюдаете?

### Химизм процессов:





### Наблюдаемые результаты:

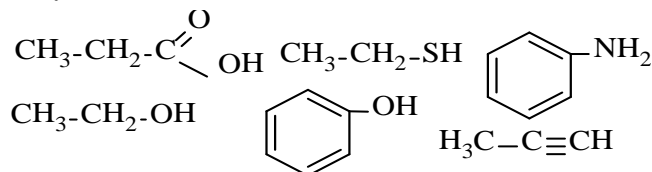
#### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

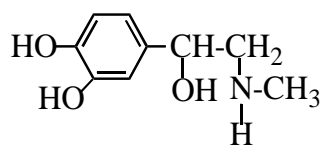
1. Сравните основные свойства анилина и метиламина, ответ обосновать.
2. Объясните разную растворимость в воде анилина и метиламина.
3. К какой группе оснований по теории Бренстеда–Лоури относятся анилин и метиламин?

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Определите, к какой группе кислот по теории Бренстеда относятся следующие соединения:



2. Сравните основность оксониевых и аммониевых центров в составе адреналина. К какой группе оснований по теории Бренстеда–Лоури они относятся?



3. Приведите схемы реакций, в которых проявляются кислотные свойства пропанола, фенола, пропантиола и сравните силу этих кислот.

### II. Работа на занятии.

1. Лабораторная работа – 30 мин.
2. Решение ситуационных задач – 45 мин.
3. Контроль усвоения знаний (тестовый) – 10 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## ЗАНЯТИЕ № 6

**Тема: Реакционная способность спиртов, тиолов, фенолов, аминов. Реакции  $S_{N1}$ ,  $S_{N2}$  и E.**

**Цель:** Сформировать знания реакционных центров спиртов, тиолов, фенолов и аминов, прогнозирования реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования; умения проводить качественные и характерные реакции для спиртов, фенолов.

### I. Самоподготовка к занятию.

#### 1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

- 1.1. Реакционные центры в молекулах спиртов, фенолов, тиолов, аминов.
- 1.2. Общий механизм реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Моно- и бимолекулярные реакции. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы в спиртах. Кислотный катализ.
- 1.3. Конкурентные реакциям замещения моно- и бимолекулярные реакции  $S_{N1}$ ,  $S_{N2}$  и элиминирования у спиртов. Биологически важные реакции дегидратации гидроксилсодержащих соединений.
- 1.4. Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Биологическое окисление с участием кофермента НАД<sup>+</sup>. Соединения, содержащие тиольную группу, фенольный гидроксил как антиоксиданты.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [7], [9], [10]

#### 2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:

- 2.1. Покажите распределение электронной плотности в молекулах пропанола, фенола, пропантиола, пропанамина. Выделите и назовите в них реакционные центры в этих соединениях.
- 2.2. Приведите схемы реакций, подтверждающих кислотные свойства пропантиола, пропанола и основные свойства пропанамина, метилэтиламина.
- 2.3. Сравните силу электрофильных центров у этанола и этанамина. Приведите схему реакции получения простого эфира для соединения с наиболее сильным электрофильным центром, укажите её тип и механизм.
- 2.4. Приведите схемы реакций, в которых проявляются свойства спиртов и аминов как нуклеофильных реагентов. Назовите продукты реакций.
- 2.5. Определите, для какого из спиртов бутанола-1, бутанола-2 и 2-метилбутанола-2 идёт реакция с галогеноводородами по механизму  $S_{N1}$  или  $S_{N2}$ . Опишите по стадиям механизмы реакций  $S_{N1}$  или  $S_{N2}$ . Укажите стереохимические эффекты таких реакций.
- 2.6. Приведите схемы реакций дегидратации этанола и 2-метилбутанола-2, укажите тип, механизм и условия необходимые для этих процессов. Назовите продукты реакций.

2.7. Приведите схемы реакций окисления спиртов, тиолов, фенолов. К какому классу относятся продукты окисления этих соединений?

### 3. Оформить протокол лабораторной работы: Лабораторная работа.

#### «Биологически важные реакции спиртов, фенолов».

##### *Опыт №1. Окисление этилового спирта.*

В пробирку поместите 2 капли этилового спирта, 2 капли 2н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 2 капли 0,5н K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Полученный оранжевый раствор нагреть над пламенем спиртовки до изменения цвета в синевато-зеленый цвет соли хрома (III). При нагревании ощущается характерный запах уксусного альдегида, напоминающий запах антоновских яблок. Присутствие альдегида устанавливают реакцией с фуксинсернистой кислотой. При добавлении 1–2 капель фуксинсернистой кислоты появляется розово-фиолетовое окрашивание в пробирке.

**Химизм процессов:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

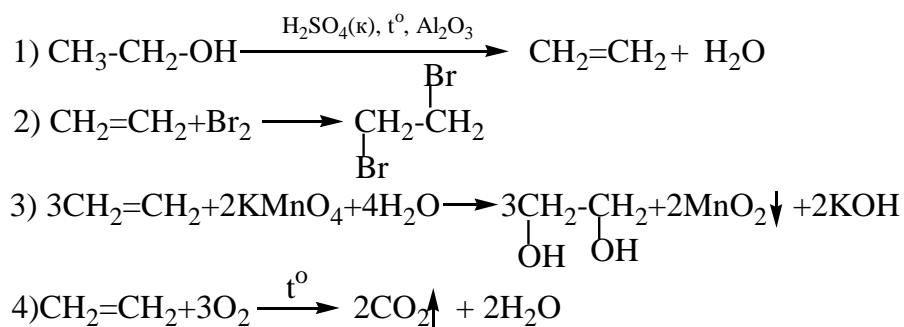
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Что является продуктом окисления первичных и вторичных спиртов?
2. Будет ли в условиях этого опыта окисляться третичный спирт?
3. В жёстких или мягких условиях окисляются спирты?

##### *Опыт №2. Дегидратация этанола.*

Возьмите 3 пробирки и поместите в первую 8 капель концентрированной серной кислоты, 10-12 капель этанола и несколько крупинок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Закройте её пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите во вторую пробирку, в которую поместите 4 капли бромной воды, и первую пробирку нагревайте над пламенем спиртовки. Как только произойдёт обесцвечивание бромной воды, конец газоотводной трубки перенесите в третью пробирку, в которую поместить 1 каплю раствора KMnO<sub>4</sub> и 5 капель воды. Продолжайте нагревать первую пробирку до обесцвечивания раствора KMnO<sub>4</sub> в третьей пробирке. Затем уберите третью пробирку и у конца газоотводной трубки подожгите выделяющийся газ, он горит светящимся пламенем.

## Химизм процессов:



## Наблюдаемые результаты:

### Вывод:

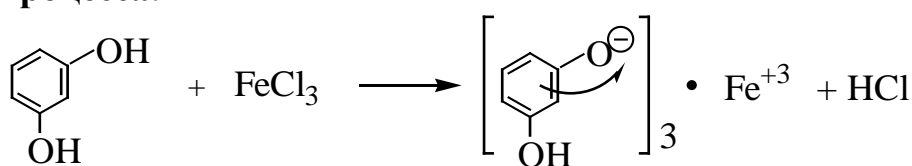
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Что является продуктом дегидратации этанола?
2. В каких условиях происходит дегидратация этанола?
3. Какие реакционные центры активные в реакции дегидратации спиртов?

## Опыт №3. Качественная реакция на фенолы.

Возьмите 4 пробирки и поместите в них по 3 капли раствора: в первую – 1% пирокатехина, во вторую – 1% резорцина, в третью – 1% гидрохинона, в четвертую – 1% пирагаллола. В каждую из четырех пробирок добавьте по 1 капле 0,1н FeCl<sub>3</sub> и встряхните. Наблюдается появление окрашивания: в первой пробирке зеленое, во второй – фиолетовое, в третьей – зеленое, очень быстро переходящее в желтое, т.к. идет окисление гидрохинона в хинон; в четвертой – красное. Проведите этот же опыт с фенолом.

### Химизм процесса:



## Наблюдаемые результаты:

### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Почему эта реакция является качественной для обнаружения фенольных соединений?
2. Какой реакционный центр участвует в этой реакции?

## 4. Пример задания итогового контроля:

1. Сравните силу нуклеофильных центров у пропанола-2 и этанамина, приведите схему реакции наиболее сильного из них с бромэтаном.
2. Напишите схему и укажите механизм межмолекулярной дегидратации метанола в кислой среде.

3. Приведите схемы реакций, в которых проявляются нуклеофильные и электрофильные свойства этанола.

### **II. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения знаний – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 7**

**Тема: Реакционная способность альдегидов и кетонов. Биологически важные реакции карбонильных соединений.**

**Цель:** Сформировать знания реакционных центров альдегидов и кетонов в зависимости от электронного строения оксогруппы и электронных эффектов заместителей, поэтапного изображения реакций нуклеофильного присоединения; умения проводить качественные и характерные реакции на альдегиды и кетоны.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

- 1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**
  - 1.1.** Реакционные центры альдегидов, кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения. Общий механизм реакции.
  - 1.2.** Присоединение воды, спиртов, аминов. Образование циклических полуацеталей. Реакции альдольного присоединения. Обратимость реакций нуклеофильного присоединения.
  - 1.3.** Биологическое значение реакций ацетализации, альдольного расщепления, взаимодействия с аминами.
  - 1.4.** Токсичность альдегидов, использование альдегидов как дезинфектантов и средств для стерилизации. Глутаральдегид как адгезив.
  - 1.5.** Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений *in vitro* и *in vivo*.
  - 1.6.** Качественные реакции на альдегидную группу. Реакции обнаружения ацетона.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [9], [10].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

- 2.1.** Сравните электронное строение оксогруппы и фрагмента C=C. Почему оксосоединениям свойственны реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ )?
- 2.2.** Покажите распределение электронной плотности и реакционные центры бензальдегида, пропаналя и пропанона. Сравните их реакционную

способность в реакциях  $A_N$ , учитывая пространственный фактор и влияние электронных эффектов заместителей.

**2.3.** Напишите схемы реакций восстановления этанала и бутанона гидридом лития. Опишите механизм.

**2.4.** Напишите реакции получения 1,1-диэтоксипропана и 1,1-диметокси-2-метилбутана через стадию образования полуацетала. На одном примере опишите механизм реакции ацетализации, объясните роль кислотного катализа.

**2.5.** Приведите схему реакции гидролиза 1,1-диметоксиэтана. Опишите механизм, объясните роль кислотного катализа.

**2.6.** Напишите схемы реакций, происходящих в кислой среде с 4-гидрокси-2-метилпентаналем и 5-гидроксигексаналем.

**2.7.** Напишите схемы реакций ацетона с гидросиламином, гидразином, 2,4-динитрофенилгидразином. На одном примере опишите механизм реакции  $A_N-E$ .

**2.8.** Объясните причину появления СН-кислотных свойств у альдегидов. Напишите реакцию альдольной конденсации, катализируемую основаниями у пропанала и пропанона. На одном примере опишите механизм, поясните роль основного катализа.

**2.9.** Почему при продолжительном стоянии водный раствор формальдегида приобретает кислую реакцию? Напишите схему реакции. В каких условиях протекает подобная реакция с бензальдегидом? Напишите схему реакции.

**2.10.** Напишите схему превращения этанала и ацетона в йодоформ. Какой структурный фрагмент обуславливает протекание этой реакции?

**2.11.** С помощью какой реакции можно отличить альдегиды от кетонов? Напишите схему этой реакции.

### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

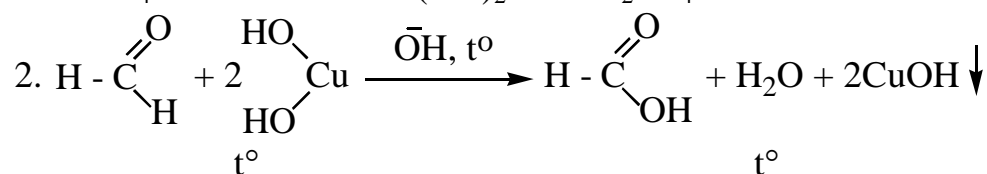
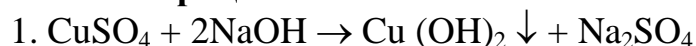
#### II. Лабораторная работа.

##### «Биологически важные реакции альдегидов и кетонов».

**Опыт №1. Окисление формальдегида гидроксидом меди (II) в щелочной среде (реакция Троммера).**

В пробирку внести 6 капель 2н NaOH, 6 капель воды и 1 каплю 0,2н  $CuSO_4$ . К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавить 2 капли формальдегида и нагреть до кипения. Что вы наблюдаете? Эта реакция известна как проба Троммера.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

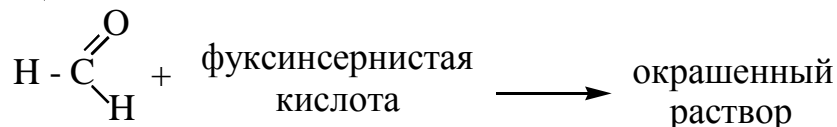
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какие карбонильные соединения дают пробу Троммера?
2. Какие особенности поведения в щелочной среде бензальдегида и можно ли получить положительную пробу Троммера для него?

**Опыт №2. Реакция взаимодействия формальдегида с фуксинсернистой кислотой (реакция Шиффа).**

В пробирку внести 2–3 капли фуксинсернистой кислоты и добавить 1 каплю формальдегида. Что вы наблюдаете?

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

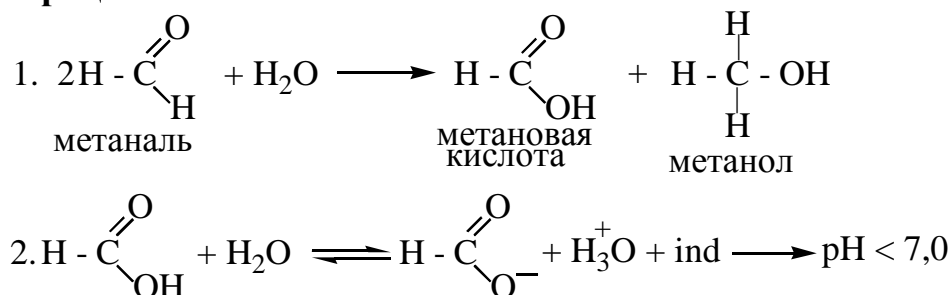
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Можно ли эту реакцию использовать как качественную на альдегиды?
2. Какой внешний признак реакции альдегидов с фуксинсернистой кислотой?

**Опыт №3. Реакция диспропорционирования формальдегида (реакция Канницаро).**

Поместите в пробирку 2–3 капли 40% формалина и добавьте к нему 1 каплю 0,2% (точно!) раствора индикатора метилового красного. Что Вы наблюдаете? Известно, что переход окраски метилового красного от красного к жёлтому цвету лежит в области рН 4,2 – 6,2.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Почему реакцию диспропорционирования формальдегида в воде можно зафиксировать, используя индикатор метиловый красный?
2. Для каких альдегидов характерна реакция диспропорционирования?

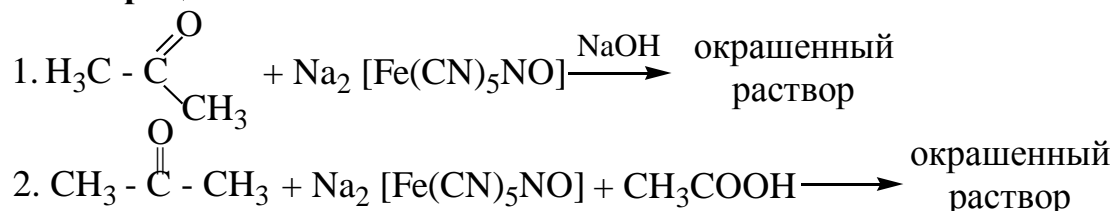
**Опыт №4. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия.**

Поместите в пробирку 1 каплю 0,5н раствора нитропрусида натрия  $\text{Na}_2 [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ , 5 капель воды и 1 каплю ацетона. Встряхните и добавьте



1 каплю 2н NaOH. Что вы наблюдаете? Разделите полученный раствор на две части. В одну из пробирок добавьте 1 каплю 2н CH<sub>3</sub>COOH. Сравните окраску растворов в двух пробирках. Цветная реакция с нитропруссидом натрия – проба Легалья применяется в биохимической практике для открытия ацетона в моче при диабете.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

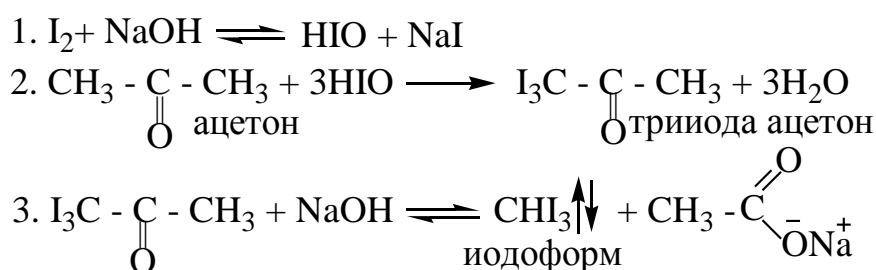
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Можно ли использовать эту реакцию для идентификации кетонов?
2. Как влияет pH среды на взаимодействие ацетона с нитропруссидом натрия?

**Опыт №5. Открытие ацетона посредством перевода его в иодоформ (иодоформная реакция на ацетон).**

Поместите в пробирку 1 каплю раствора I<sub>2</sub> в KI (I<sub>2</sub>/KI) и по каплям 2н NaOH до исчезновения интенсивного жёлтого окрашивания I<sub>2</sub>. К обесцвеченному раствору добавьте 1–2 капли ацетона. Выпадает желтовато–белый осадок с характерным запахом иодоформа. Иодоформная проба или проба Либена очень чувствительна и позволяет открыть ацетон в водных растворах при его содержании 0,04%.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Наличие каких структурных фрагментов молекулы пропанон–2 обуславливают положительную «иодоформную пробу»?
2. Можно ли использовать иодоформную пробу как качественную реакцию на ацетон?

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Укажите реакционные центры бутанона–2. Сравните реакционную способность бутанона–2 и бутанала в реакциях  $A_N$ .
2. Что такое конденсация? Приведите схему реакции альдольной конденсации на примере этанала. Опишите механизм.
3. Напишите схему реакции взаимодействия пропаналя с этанмином. Опишите механизм.

#### II. Работа на занятии.

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения знаний – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

### ЗАНЯТИЕ № 8

**Тема: Реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции  $S_N$ .**

**Цель:** Сформировать знания реакционных центров карбоновых кислот и их функциональных производных исходя из электронного строения и взаимного влияния атомов, сравнивать их реакционную способность в реакциях нуклеофильного замещения, описывать механизм реакций нуклеофильного замещения; умения, проводить некоторые характерные и качественные реакции на карбоновые кислоты.

#### I. Самоподготовка к занятию.

**1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

**1.1.** Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот. Кислотные свойства одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических карбоновых кислот.

**1.2.** Общий механизм реакции нуклеофильного замещения у  $sp^2$ -гибризованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции образования и гидролиза функциональных производных карбоновых кислот: ангидридов, галогенангидридов, сложных эфиров, амидов.

**1.3.** Ацилирующая способность функциональных производных карбоновых кислот. Сравнительная характеристика ацилирующей способности сложных эфиров и сложных тиоэфиров карбоновых кислот; их биологическое значение.

**1.4.** Ацетилкофермент А. Биологически важные реакции ацилирования с участием ацилфосфатов. Понятие о реакциях фосфорилирования.

**1.5.** Амиды карбоновых кислот, их кислотно-основные свойства.

**1.6.** Функциональные производные угольной кислоты: полный (мочевина) и неполный (карбаминовая кислота) амиды; их кислотно-основные свойства, биологическое значение. Биурет. Уретаны.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [7], [9], [10] [11], [12].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**2.1.** Приведите электронное строение карбоксильной группы. Выделите реакционные центры в молекулах пропановой кислоты, метилпропаноата, пропаноилхлорида, пропанамида. Качественно оцените силу СН и ОН кислотных центров. Приведите схемы реакций получения функциональных производных карбоновых кислот.

**2.2.** Сравните кислотные свойства и объясните критерии их оценки для:

а) муравьиной, уксусной и щавелевой кислот;

б) бензойной, *n*-хлорбензойной и *n*-аминобензойной кислот.

Напишите реакции солеобразования щавелевой кислоты с гидроксидом натрия и кальция.

**2.3.** Перечислите факторы, оказывающие влияние на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения ( $S_N$ ). Сравните реакционную способность карбоновых кислот и их функциональных производных – ангидридов, амидов, сложных эфиров, хлорангидридов в реакциях  $S_N$ , реакциях ацилирования.

**2.4.** Опишите механизм  $S_N$  на примере реакции этерификации этаноилхлорида и этановой кислоты метанолом. В каком случае и почему необходим кислотный катализ? Напишите схемы по стадиям механизма кислотного гидролиза метилэтаната.

**2.5.** Приведите схемы реакций получения амидов из бутановой кислоты и метилбутаноата. Опишите механизм аммонолиза метилбутаноата.

**2.6.** По каким реакционным центрам и в каких условиях протекают реакции бутановой кислоты, метилбутаноата и *N*-метилбутанамида с NaOH? Напишите схемы реакций, опишите механизм щелочного гидролиза метилбутаноата и *N*-метилбутанамида.

**2.7.** Приведите схемы реакции образования ацилфосфатов и ацилкофермента  $\alpha$ -природных макроэргических ацилирующих реагентов. Опишите биологическую роль реакции ацилирования.

**2.8.** Чем обусловлена термодинамическая выгодность реакций декарбоксилирования? Сравните способность к реакциям декарбоксилирования этановой, этандиовой, пропандиовой кислот.

**2.9.** Приведите схемы реакций декарбоксилирования 3-оксобутановой кислоты, 2-амино-3-гидроксипропановой кислоты. Назовите продукты реакции.

**2.10.** Приведите структурные формулы мочевины, карбаминовой кислоты, биурета и уретана, объясните их биологическое значение.

### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

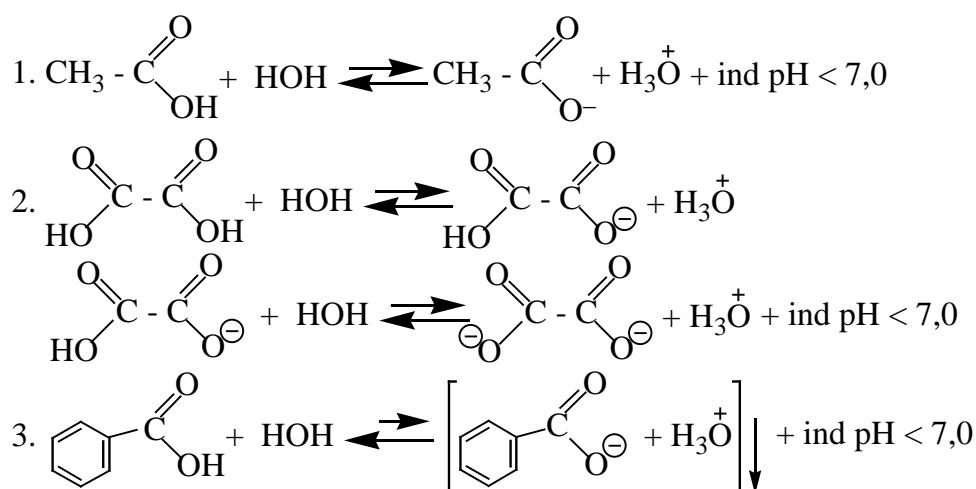
#### II. Лабораторная работа.

##### «Карбоновые кислоты и их функциональные производные».

##### Опыт №1. Диссоциация карбоновых кислот.

На полоску универсальной индикаторной бумаги нанесите по капле растворов уксусной, щавелевой и бензойной кислот. Бензойную кислоту предварительно растворите 1/4 лопаточки в 3–4 каплях воды. Сравните полученную окраску со шкалой универсального индикатора и определите приблизительное значение pH. Качественно оцените силу данных кислот.

##### Химизм процесса:



##### Наблюдаемые результаты:

##### Вывод:

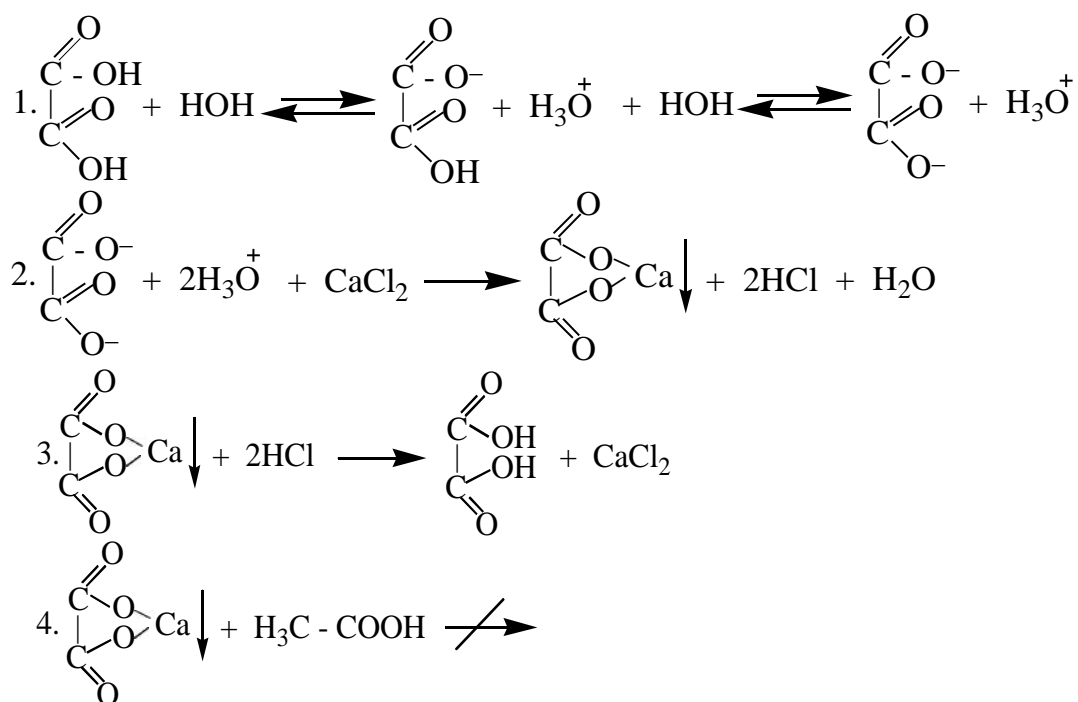
Ответьте на вопросы к опыту:

1. По какому реакционному центру идут реакции с водой у карбоновых кислот и какова их растворимость в воде?
2. Расположите в ряд по возрастанию кислотных свойств уксусную, щавелевую и бензойную кислоты.
3. Почему анализируемые карбоновые кислоты имеют разные кислотные свойства и каким способом на практике это определить?

##### Опыт №2. Открытие оксалат-аниона.

В пробирку поместите 1/3 лопаточки щавелевой кислоты и прибавьте 3–4 капли воды до полного растворения. Содержимое пробирки разделите на две и в обе пробирки прибавьте по 1 капле 0,5н CaCl<sub>2</sub> до образования белого осадка оксалата кальция. К осадку в одну пробирку добавьте 2н HCl, а в другую 2н CH<sub>3</sub>COOH (равное число капель). Что вы наблюдаете при этом?

### Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

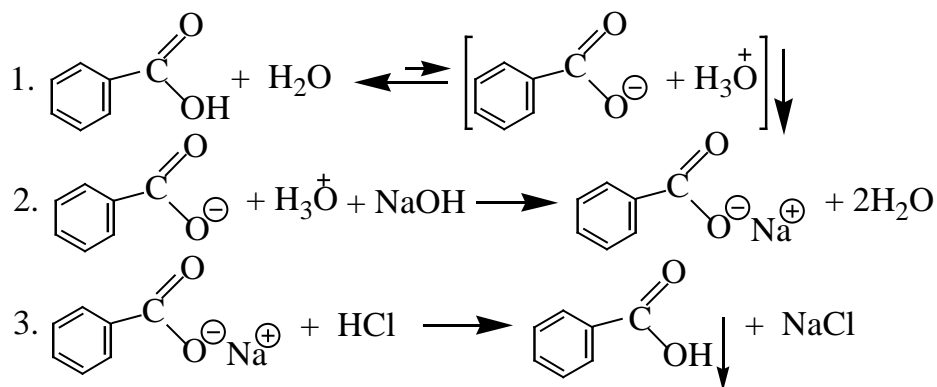
Ответьте на вопросы к опыту:

1. По какому реакционному центру идут реакции с водой и с  $\text{CaCl}_2$  у щавелевой кислоты?
2. Почему щавелевая кислота диссоциирует в несколько стадий?
3. Какой вывод можно сделать о силе кислот по результатам взаимодействия оксалата кальция с  $\text{HCl}$  и с  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?
4. Можно ли обнаружить щавелевую кислоту реакцией с  $\text{CaCl}_2$ ?

### Опыт №3. Получение бензоата натрия.

В пробирку поместить несколько кристаллов (1/4 шпателя) бензойной кислоты и 2 капли воды, встряхнуть. Что вы наблюдаете? Добавить при встряхивании по каплям 2н  $\text{NaOH}$  до растворения кристаллов. Записать, что изменилось в системе? К полученному прозрачному раствору добавьте 2–3 капли  $\text{HCl}$ . Какие изменения произошли в пробирке?

### Химизм процесса:



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

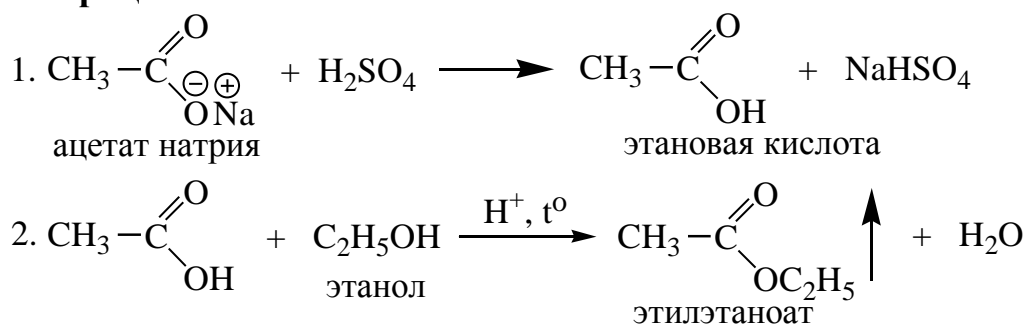
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какой внешний признак у реакции получения бензоата натрия при добавлении раствора NaOH к бензойной кислоте?
2. Сравните растворимость бензойной кислоты и её натриевой соли.
3. Как можно различить растворимые или нерастворимые в воде карбоновые кислоты?

#### **Опыт №4. Получение уксусноэтилового эфира.**

В сухую пробирку поместите порошок безводного ацетата натрия (высота ~ 2 мм), 3 капли этилового спирта и добавьте 2 капли концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (под тягой). Осторожно нагрейте над пламенем спиртовки. Через несколько секунд появляется приятный освежающий запах уксусноэтилового эфира.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

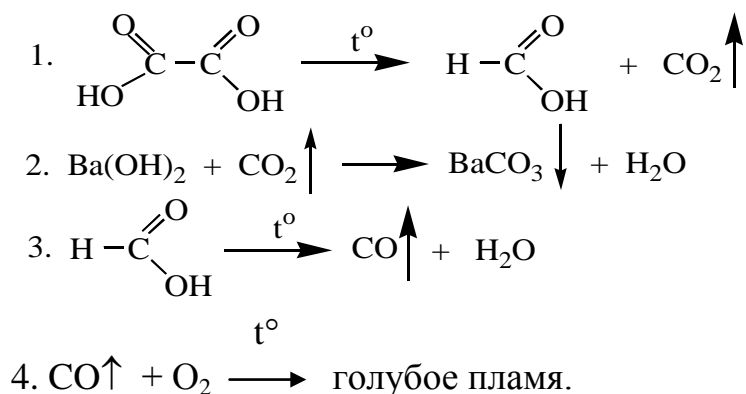
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какая схема из двух приведенных выше описывает реакцию этерификации?
2. К какому классу по функциональной группе относится продукт реакции этерификации?

### Опыт №5. Декарбоксилирование щавелевой кислоты.

В сухую пробирку поместить лопаточку кристаллов щавелевой кислоты, закройте пробкой с газоотводной трубкой и опустите конец трубки во вторую пробирку с 2–3 каплями баритовой воды. Нагрейте пробирку со щавелевой кислотой до появления осадка во второй пробирке. Удалите конец газоотводной трубки из жидкости и, продолжая нагревание 1-й пробирки, подожгите у отверстия трубки выделяющийся газ. Он горит характерным голубым пламенем.

Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Объясните, какие структурные особенности щавелевой кислоты способствуют декарбоксилированию при нагревании?
2. Выписать схемы декарбоксилирования и декарбонилирования этандиовой кислоты и метановой кислоты.

### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Сравните кислотные свойства уксусной, хлоруксусной и бензойной кислот. Приведите схемы реакций, подтверждающих кислотные свойства наиболее активной кислоты.
2. Напишите схему реакции взаимодействия хлорангирида пропановой кислоты с метиламином? Опишите механизм по стадиям.
3. Напишите схемы реакций получения функциональных производных карбоновых кислот.

### II. Работа на занятии.

1. Лабораторная работа – 35 мин.
2. Решение ситуационных задач – 30 мин.
3. Контроль усвоения знаний – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## ЗАНЯТИЕ № 9

**Тема: Поли- и гетерофункциональные соединения алифатического и бензольного рядов.**

**Цель:** Сформировать знания реакционной способности поли- и гетерофункциональных соединений с учетом взаимного влияния функциональных групп как основы для понимания их метаболических превращений, строения и механизма действия производных бензола, имеющих лекарственное значение; умения выполнять некоторых характерные и качественные реакции для гетерофункциональных соединений.

### I. Самоподготовка к занятию.

#### 1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

**1.1.** Классификация поли- и гетерофункциональных соединений. Кислотно-основные свойства. Типичная реакционная способность поли- и гетерофункциональных соединений. Специфические свойства, обусловленные взаимным влиянием групп.

**1.2.** Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Дегидрирование янтарной кислоты с образованием фумаровой.

**1.3.** Аминоспирты: 2-аминоэтанол, холин. Ацетилхолин. Катехоламины. Гидроксикислоты: молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Оксо-кислоты: пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая кислоты.

**1.4.** Кето-енольная таутомерия щавелевоуксусной кислоты.  $\beta$ -Гидроксимасляная,  $\beta$ -кетомасляная кислоты, ацетон – представители кетонных тел, их биологическое и диагностическое значение.

**1.5.** Салициловая кислота и ее производные: ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенолсалицилат. *n*-Аминобензойная кислота и ее производные, обладающие анестезирующим действием: анестезин, новокаин. Современные анестезирующие средства.

**1.6.** Сульфаниловая кислота и ее амид. Сульфаниламидные препараты. Понятие об антиметаболитах.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [7], [8], [9] [10], [11], [12], [14].

#### 2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:

**2.1.** Приведите структурные формулы соединений «полифункциональных и гетерофункциональных», дайте определения этим понятиям. Для этандиола-1,2(этиленгликоля) напишите схему реакции образования хелатного комплекса с гидроксидом меди (II).

**2.2.** Напишите схемы реакций, подтверждающих двухосновность карбоновых кислот: щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой, фумаровой.



- 2.3.** Выделите реакционные центры у 2-гидроксикарбоновой (молочной) кислоты. Сравните силу ОН–кислотных центров и приведите схемы реакций взаимодействия молочной кислоты с NaOH, с C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (H<sup>+</sup>), укажите, по каким реакционным центрам протекают эти реакции.
- 2.4.** Напишите схемы специфических реакций, протекающие при нагревании для α-, β и γ-гидроксимасляных кислот, назовите продукты реакций. Объясните причину разного поведения этих гидроксикарбоновых кислот при нагревании.
- 2.5.** Выделите у n-аминобензойной и 2-аминопропановой кислоты реакционные центры; объясняющих причину амфотерных свойств этих аминокислот, приведите схемы реакций, подтверждающие данные свойства.
- 2.7.** Напишите специфические реакции, протекающие при нагревании α-, β-, γ-аминовалериановых кислот, назовите продукты реакций.
- 2.6.** Выделите реакционные центры у оксокислоты – пировиноградной. Напишите схемы реакций взаимодействия пировиноградной кислоты с C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (H<sup>+</sup>) и её восстановления до молочной кислоты, укажите действующие реакционные центры и тип реакций.
- 2.8.** Дайте определение таутомерии и напишите кето-енольную таутомерию щавелевоуксусной кислоты и ацетоуксусного эфира.
- 2.9.** Приведите структурные формулы лекарственных соединений, являющихся производными: салициловой кислоты – ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенилсалицилат и n-аминобензойной кислоты – анестезин, новокаин. Какое медицинское значение они имеют?
- 2.10.** Приведите строение сульфаниловой кислоты, её амида и сульфаниламидных препаратов.

### **3. Оформить протокол лабораторной работы.**

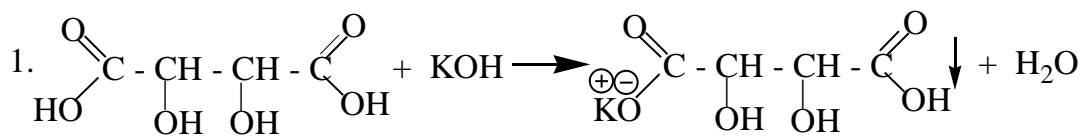
#### **II. Лабораторная работа.**

#### **«Гетерофункциональные соединения, их свойства и качественные реакции».**

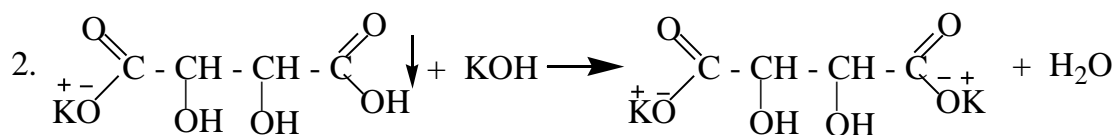
##### ***Опыт №1. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте.***

В пробирку поместите 1 каплю 2н раствора винной кислоты и 2 капли 0,5н KOH, хорошо встряхните. Через некоторое время выделяется кристаллический осадок гидротартрата калия. Растворите осадок, добавляя по каплям раствор 0,5н KOH, образуется средняя соль винной кислоты – тартрат калия. Раствор тартрата калия сохраните для следующего опыта.

##### **Химизм процесса:**



гидротартрат калия



тартрат калия

**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

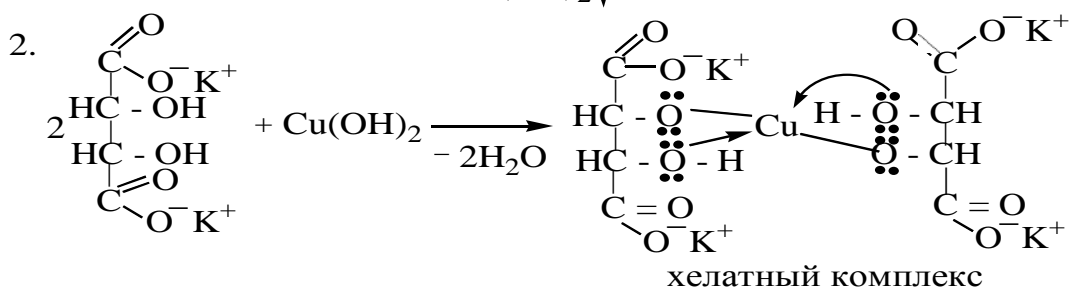
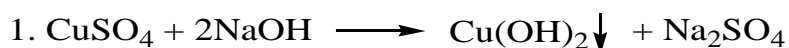
Ответьте на вопросы к опыту:

1. По каким реакционным центрам и какого класса у винной кислоты идут реакции получения гидротартрата и тартрата калия?
2. Какие свойства проявляет винная кислота при взаимодействии с КОН?
3. По каким внешним признакам можно отличить кислую и среднюю соли винной кислоты?

**Опыт №2. Доказательство наличия гидроксильных групп спиртовых в винной кислоте.**

Поместите в пробирку 2 капли 0,2н  $\text{CuSO}_4$  и 2 капли 2н  $\text{NaOH}$ . К выпавшему осадку  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  добавьте раствор тартрата калия, полученного в предыдущем опыте. Происходит растворение голубого осадка и образование синего раствора. Данный раствор применяют под названием реактива Фелинга для открытия глюкозы в моче.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

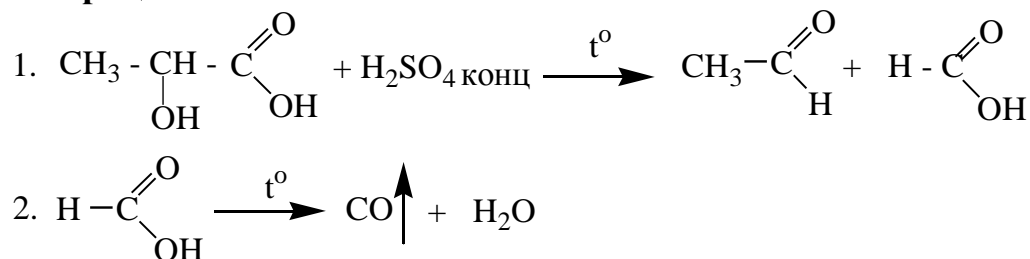
1. Доказательством наличия, какого структурного фрагмента в молекуле винной кислоты служит её способность образовывать комплексную соль меди (II).
2. Почему при получении хелатного комплекса используется средняя соль (тартраты) винной кислоты?

**Опыт №3. Качественные реакции открытия молочной кислоты.**

**А. Открытие муравьиной кислоты.**

В сухую пробирку поместите 1 каплю молочной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты и нагрейте над пламенем спиртовки. Жидкость темнеет и от выделения CO пенится. При поджигании спички у отверстия пробирки CO горит голубоватым пламенем.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

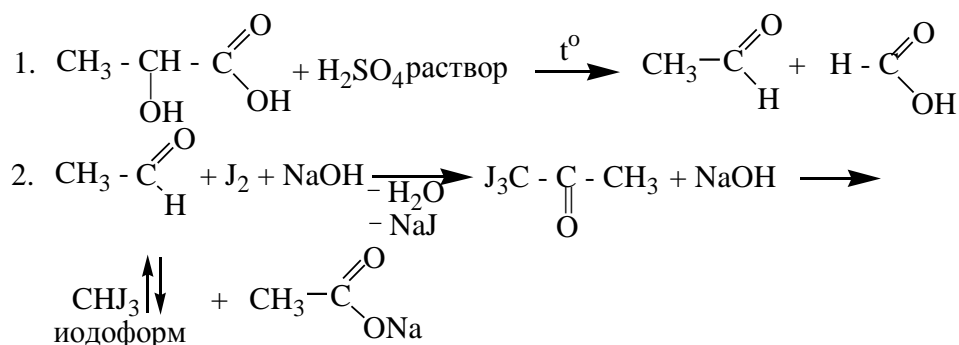
1. К какой группе гетерофункциональных соединений относится молочная кислота по наличию функциональных групп и по расположению второй функциональной группы?
2. Какое влияние оказывает вторая функциональная группа на процесс разложения молочной кислоты в условиях данного опыта ( $t^\circ$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{ конц}}$ )?

**Б. Открытие уксусного альдегида.**

В чистую пробирку поместите 2 капли воды, 1 каплю концентрированной серной кислоты, 1 каплю молочной кислоты и закройте пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите во вторую пробирку с 1 каплей раствора иода в КJ и 2 каплями NaOH. Пробирку с молочной кислотой и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  нагревайте, тогда в пробирке с  $\text{J}_2/\text{KJ}$  и NaOH появляется желтовато-белая муть с характерным запахом иодоформа.

Для открытия ацетальдегида используется разведенная серная кислота. Это связано с тем, что выделяющийся при разложении молочной кислоты ацетальдегид в присутствии концентрированной серной кислоты легко полимеризуется и его не удастся открыть одновременно с муравьиной кислотой.

**Химизм процесса:**





1. Какой структурный фрагмент молекулы ацетоуксусного эфира, и в какой таутомерной форме обеспечивает фиолетово–красное окрашивание с  $\text{FeCl}_3$ ?

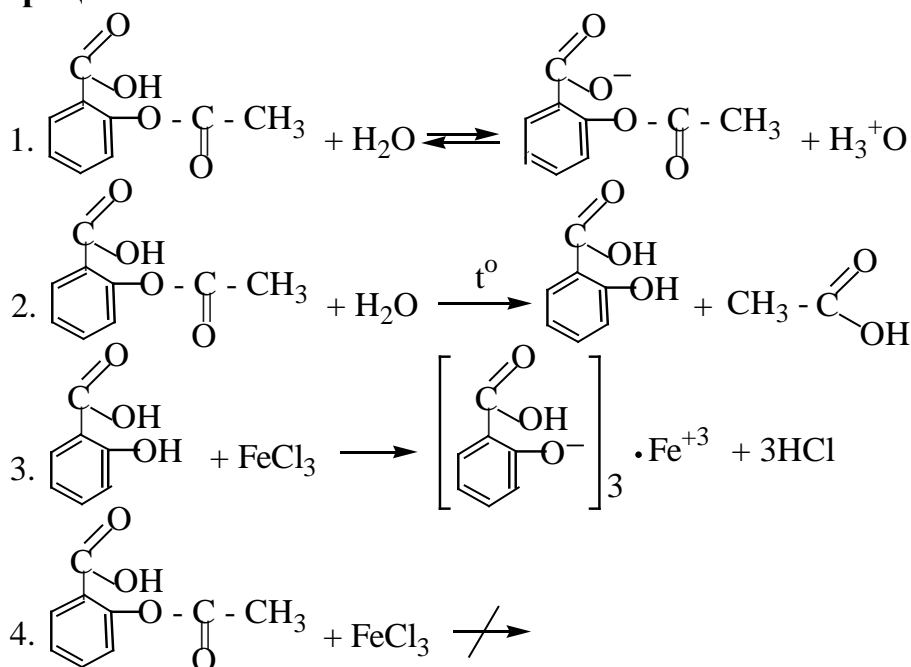
2. Почему исчезает фиолетово–красное окрашивание раствора при добавлении к комплексу с  $\text{Fe}^{+3}$  бромной воды?

**Опыт №5. Доказательство отсутствия фенольного гидроксила в ацетилсалициловой кислоте.**

Поместите в пробирку крупинку аспирина и 5–6 капель воды. Встряхивайте пробирку до растворения аспирина. Полученный раствор разделите на две части и одну часть перенесите в другую пробирку. Раствор в одной из пробирок прокипятите в течение полминуты. Прибавьте в обе пробирки по 1 капле 0,1н  $\text{FeCl}_3$ . Объясните наблюдаемое явление.

Проба с хлоридом железа (III) служит для определения чистоты ацетилсалициловой кислоты.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Почему проба с хлоридом железа (III) служит для определения чистоты ацетилсалициловой кислоты?

2. Какой процесс происходит с водным раствором ацетилсалициловой кислоты при нагревании (кипячении)?

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Сравните кислотные свойства 2–гидроксипропановой и 2–оксипропановой кислот. Приведите схемы реакций, подтверждающих кислотные свойства для более сильной кислоты.

2. Напишите схемы специфических реакций, протекающих при нагревании для 2-гидроксипропановой кислоты в присутствии  $H_2SO_4$  и без неё. Назовите продукты реакций.
3. Приведите таутомерные формы щавелевоуксусной кислоты. Как называется этот вид таутомерии?

### **III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 35 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения учебного материала (тестовый) – 10 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 10.**

**Тема: Контрольная работа №1 «Теоретические основы строения и реакционная способность основных классов органических соединений».**

**Цель:** Выяснить степень усвоения программного материала по электронному и пространственному строению биологически важных классов органических соединений; реакционной способности, строению и свойствам, реакционными центрами, типам и механизмам реакций основных классов органических соединений.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

Повторить программный материал по вопросам самоподготовки к занятиям №№ 1–9.

#### **Литература**

- [1] С. 16–36, 40–51, 54–75, 77–82, 86–87, 100–142, 146–148, 153–160, 162–166, 172–207, 230–274.
- [2] С. 18–38, 49–59, 62, 64–66, 69–73, 79–81, 94–95, 97–99, 105–110, 132–138, 143–153, 174–176, 179–183, 193–215, 219–241, 252–265, 267–290, 293–296, 299–300, 304–305, 317.

**Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении: [1] - [14].**

### ***Вопросы тестов к контрольной работе №1***

***«Теоретические основы строения и реакционная способность органических соединений» смотреть тесты №№ 1-7, 2.1, стр. 82-113.***

### **II. Работа на занятии.**

1. Контрольная работа №1 компьютерное тестирование – 60 мин.
2. Решение задач по темам контрольной работы №1 – 25 мин.
3. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## ЗАНЯТИЕ № 11

**Тема: Углеводы. Моносахариды.**

**Цель:** Сформировать знания строения, стереоизомерии, таутомерии, важнейших химических свойств, биологической роли моносахаридов; умения проводить качественные реакции на моносахариды.

### I. Самоподготовка к занятию.

**1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

**1.1.** Классификация моносахаридов: альдозы, кетозы; пентозы, гексозы. Стереоизомерия моносахаридов, D- и L- стереохимические ряды. Физические свойства моносахаридов.

**1.2.** Открытые и циклические формы, фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Формулы Фишера и Хеуорса, цикло-оксо-таутомерия, мутаротация. Конформации пиранозных форм моносахаридов. Строение наиболее важных представителей пентоз (D-рибоза, 2-дезоксид-рибоза, D-ксилоза); гексоз (D-глюкоза, D-манноза, D-галактоза, D-фруктоза). Аминосахара (D-глюкозамин, D-маннозамин, D-галактозамин), их свойства.

**1.3.** Химические свойства. Гликозиды. Гидролиз гликозидов. Биологически важные реакции фосфорилирования моносахаридов, восстановительные свойства альдоз. Окисление моносахаридов: гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Восстановление моносахаридов в глициты: ксилит, сорбит, маннит; их использование в медицине.

**1.4.** Нуклеофильное присоединение по карбонильной группе открытой формы глюкозы (реакции гликирования белков). Аскорбиновая кислота: строение, свойства. Биологическое значение моносахаридов и их производных.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [6], [14].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**2.1.** Приведите в виде проекционных формул Фишера энантиомеры и эпимеры для D-рибозы, D-глюкозы, D-фруктозы. Подчеркните стереохимический ключ.

**2.2.** Напишите все таутомерные формы для D-глюкозы, D-рибозы, D-фруктозы и назовите их. Дайте определение понятиям «цикло-оксоттаутомерия», «аномерия».

**2.3.** Напишите конформационные формулы аномеров  $\alpha$ - и  $\beta$ -D-галактопиранозы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -D-глюкопиранозы. Охарактеризуйте их термодинамическую устойчивость.

**2.4.** Напишите схемы реакций получения гликозидов при взаимодействии метанола с  $\beta$ -D-галактопиранозой; этиламина с 2-дезоксид- $\beta$ -D-

рибофуранозой в безводной кислой среде. Поясните роль кислотного катализа и объясните причину образования  $\alpha$ - и  $\beta$ -гликозидов.

**2.5.** Напишите схемы реакций гидролиза О-метил- $\beta$ -D-рибофуранозида, О-этил- $\beta$ -D-маннопиранозида, укажите тип и механизм. Объясните причину образования смеси аномеров при гидролизе этих гликозидов.

**2.6.** Напишите схемы реакций получения 6-фосфата-D-глюкопиранозы, 1,6-дифосфата-D-фруктофуранозы путем фосфорилирования.

**2.7.** Приведите схемы реакций получения D-галактоновой и D-галактуроновой кислот. Объясните, в каких условиях идут эти реакции.

**2.8.** Какой продукт получается при окислении азотной кислотой D-галактозы и L-галактозы. Почему полученное соединение не обладает оптической активностью?

**2.9.** Напишите продукты эимеризации глюкозы в щелочной среде. Объясните, почему фруктоза может вступать в реакцию «медного зеркала» с гидроксидом меди (II) в щелочной среде?

**2.10.** Какие свойства глюкозы проявляются в реакции «серебряного зеркала»? На чём основано определение глюкозы в биологических жидкостях?

**2.11.** Напишите схемы реакций восстановления D-ксилозы в ксилит, D-глюкозы в сорбит, D-маннозы в маннит и объясните, почему реакции получения глицитов характерны для моносахаридов.

**2.12.** Напишите структурные формулы аминсахаров: D-глюкозамина, D-маннозамина, D-галактозамина в виде проекций Фишера и в виде формул Хеурса (пиранозных).

**2.13.** Напишите структурную формулу аскорбиновой кислоты, охарактеризуйте её строение и свойства.

### **3. Оформить протокол лабораторной работы.**

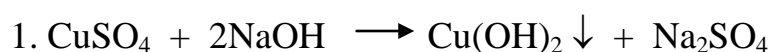
#### **II. Лабораторная работа.**

**«Характерные и качественные реакции углеводов – моносахаридов».**

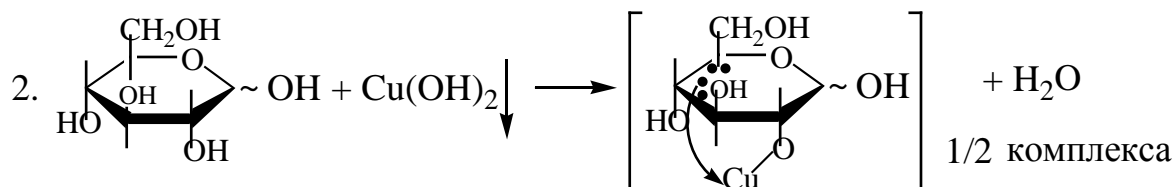
#### ***Опыт №1. Доказательство наличия гидроксильных групп у глюкозы.***

Поместите в пробирку 1 каплю 0,5% раствора глюкозы, 6 капель 2н NaOH и 1 каплю 0,2н CuSO<sub>4</sub>. Образующийся вначале осадок гидроксида меди (II) растворяется и получается прозрачный раствор сахарата меди с синей окраской. Раствор сахарата меди сохранить для следующего опыта!

**Химизм процесса:**







**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

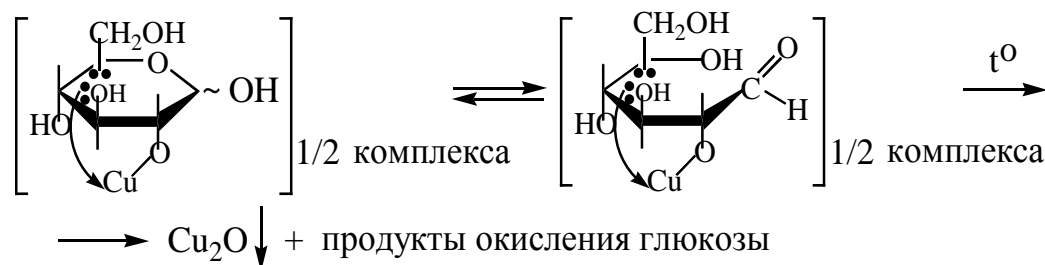
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какая таутомерная форма глюкозы преобладает в растворе? Напишите ее структурную формулу и назовите по заместительной номенклатуре.
2. Какой структурный фрагмент у глюкозы обеспечивает качественную реакцию с гидроксидом меди (II)?

**Опыт №2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в присутствии щелочи (проба Троммера).**

К полученному в предыдущем опыте раствору сахара меди добавьте воду так, чтобы высота слоя жидкости была 18–20 мм. Нагревайте её над пламенем горелки, держа пробирку наклонно так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля без нагрева. Что вы наблюдаете? Эта проба называется пробой Троммера и используется, например, для открытия глюкозы в моче.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

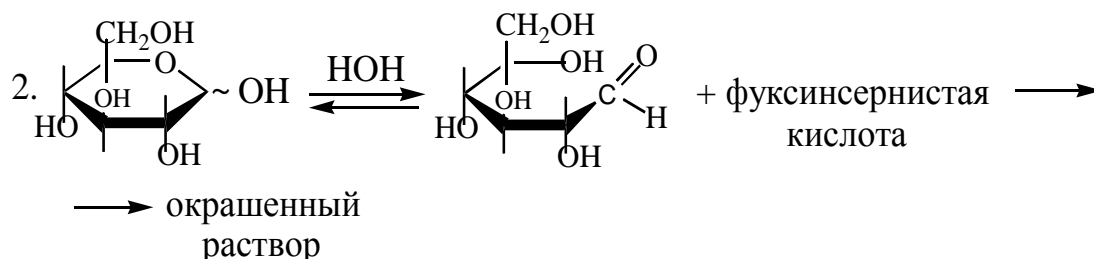
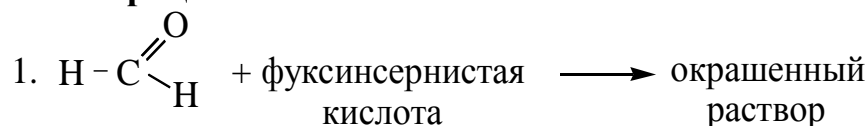
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какая функциональная группа глюкозы обуславливает её восстановительные свойства, и в каких условиях эти свойства проявляются?
2. Какая таутомерная форма глюкозы обеспечивает её восстановительные свойства?

**Опыт №3. Сравнение реакции глюкозы и формалина с фуксинсернистой кислотой.**

В две пробирки внести по 2 капли фуксинсернистой кислоты, затем в одну добавить 1 каплю формальдегида, а в другую 1 каплю 5% раствора глюкозы. Что вы наблюдаете?

### Химизм процессов:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

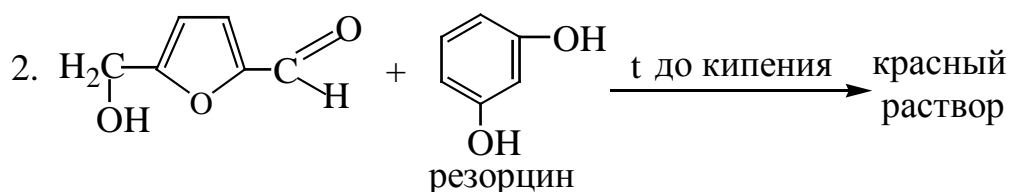
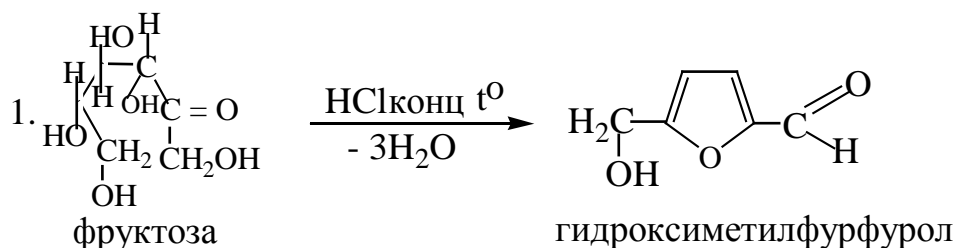
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Наличие, какой функциональной группы можно обнаружить с помощью фуксинсернистой кислоты?
2. Почему раствор глюкозы реагирует слабо с фуксинсернистой кислотой?

#### Опыт №4. Реакция Селиванова на фруктозу.

Поместите в пробирку крупинку сухого резорцина (или в каплю раствора), 2 капли концентрированной соляной кислоты, 2 капли 0,5% раствора фруктозы и нагрейте только до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. В реакции происходит образование нестойкого соединения – 2-гидроксиметилфурфурола и он под влиянием концентрированной соляной кислоты конденсируется с резорцином, давая окрашенное соединение. Реакция основана на том, что 2-гидроксиметилфурфурол образуется из кетоз легче, чем из альдоз, не требуя кипячения. При длительном же кипячении и глюкоза может вызвать небольшое покраснение раствора.

### Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

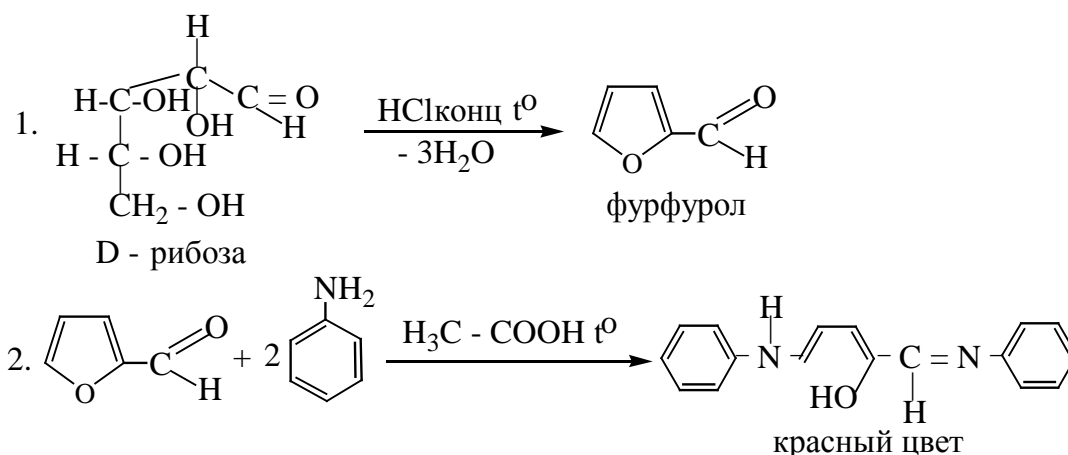
**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Можно ли использовать данную реакцию как качественную для определения пентокетозы?
2. Какой процесс происходит с фруктозой при нагревании с концентрированной соляной кислотой?

**Опыт №5. Качественная реакция на пентозы.**

В пробирку насыпьте слой опилок высотой 15–20 мм (или лопаточку пентозы) и смочите их приготовленной отдельно во второй пробирке смесью концентрированной соляной кислоты и воды (в соотношении 1:1) и нагрейте. Затем на полоску фильтровальной бумаги поместите 2 капли анилина и 4 капли 2н  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и поднесите её к отверстию пробирки с кипящей смесью. Фильтровальная бумага окрашивается в красный цвет. Если брали опилки, то содержащиеся в древесине пентозаны, гидролизуются в кислой среде до пентоз. Под действием кислоты при нагревании пентозы теряют три молекулы воды и превращаются в фурфурол, который с анилином дает продукты конденсации красного цвета.

**Химизм процесса:****Наблюдаемые результаты:****Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Из какого природного материала можно получить пентозы?
2. Что происходит с пентозой при нагревании с концентрированной соляной кислотой?

**4. Пример задания итогового контроля:**

1. Приведите таутомерные пиранозные и фуранозные формы 2-дезоксид-рибозы, назовите их по заместительной номенклатуре. Укажите наиболее сильный электрофильный центр.

2. Напишите схему реакции взаимодействия  $\beta$ -D-фруктофуранозы и  $C_2H_5OH$  ( $H^+$ ), назовите продукт реакции, приведите для него схему реакции гидролиза. Укажите тип и механизм каждой реакции.
3. Напишите схемы реакции восстановления D-ксилозы и D-глюкозы и назовите продукты реакций.

### **III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов занятия и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 12**

**Тема: Углеводы. Олиго- и полисахариды.**

**Цель:** Сформировать знания строения, пространственной организации, основных химических свойств дисахаридов, гомо- и гетерополисахаридов во взаимосвязи с их биологическими функциям; умения выполнять характерные и качественные реакции на олиго- и полисахариды.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

#### **1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

1.1.Общая характеристика и классификация полисахаридов. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, лактоза, лактулоза, сахароза, целлобиоза. Строение.

1.2 Цикло-оксо-таутомерия дисахаридов, восстановительные свойства, гидролиз.

1.3.Полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, декстраны, целлюлоза. Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза). Пектины (полигалактуроновая кислота).

1.4.Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты. Использование альгиновых кислот для получения альгинатных слепочных материалов.

1.5.Понятие о смешанных биополимерах: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [6], [14], [15].

#### **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

- 2.1. Дайте определение олиго- и полисахаридам. Приведите их классификацию, укажите биологическую роль на конкретных примерах.
- 2.2. Напишите строение восстанавливающих (мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающих (сахароза) дисахаридов. Объясните наличие восстановительных свойств. Дайте название этим дисахаридам по заместительной номенклатуре, укажите типы гликозидных связей.
- 2.3. Напишите схемы реакций гидролиза сахарозы, мальтозы, лактозы. В каких условиях протекает гидролиз дисахаридов и почему?
- 2.4. Напишите конформационное строение мальтозы и целлобиозы.
- 2.5. Приведите для целлобиозы схему цикло-оксотаутомерии. Укажите восстанавливающий фрагмент в соответствующей таутомерной форме.
- 2.6. Какие полисахариды называют гомополисахаридами? Из каких моносахаридных звеньев построены макромолекулы амилозы, амилопектина, целлюлозы, гликогена, дестрана? Укажите гликозидные связи между мономерами у этих дисахаридов и приведите их биологическое значение.
- 2.7. Что такое вторичная структура биополимера? Как связана конфигурация гликозидного центра полисахаридов с пространственной структурой? Покажите вторичную структуру для амилозы и целлюлозы.
- 2.8. Какие полисахариды называют гетерополисахаридами? Объясните строение гиалуроновой кислоты; хондроитинсульфатов; альгиновой кислоты, укажите мономеры в их составе и виды связей между моносахаридными звеньями. Приведите биологическое значение этих гетерополисахаридов.
- 2.9. Покажите принцип построения смешанных биополимеров на примере протеогликана хондроитинсульфата, укажите его роль в организме.

### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

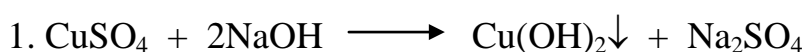
#### II. Лабораторная работа.

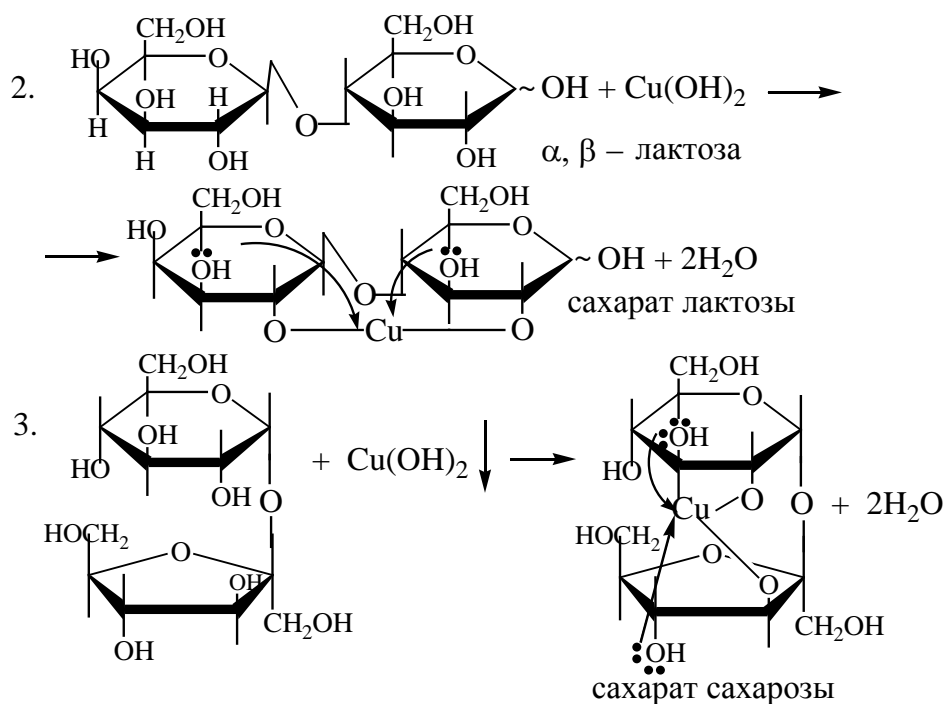
#### «Характерные и качественные реакции олиго- и полисахаридов».

#### *Опыт №1. Доказательство наличия гидроксильных групп у сахарозы и лактозы.*

Поместите в пробирку 1 каплю 1% раствора исследуемого дисахарида и 6 капель 2н NaOH. Прибавьте 1 каплю 0,2н CuSO<sub>4</sub>. Получается раствор сахарата меди синего цвета. Растворы сохраните для следующего опыта.

#### Химизм процесса:





### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

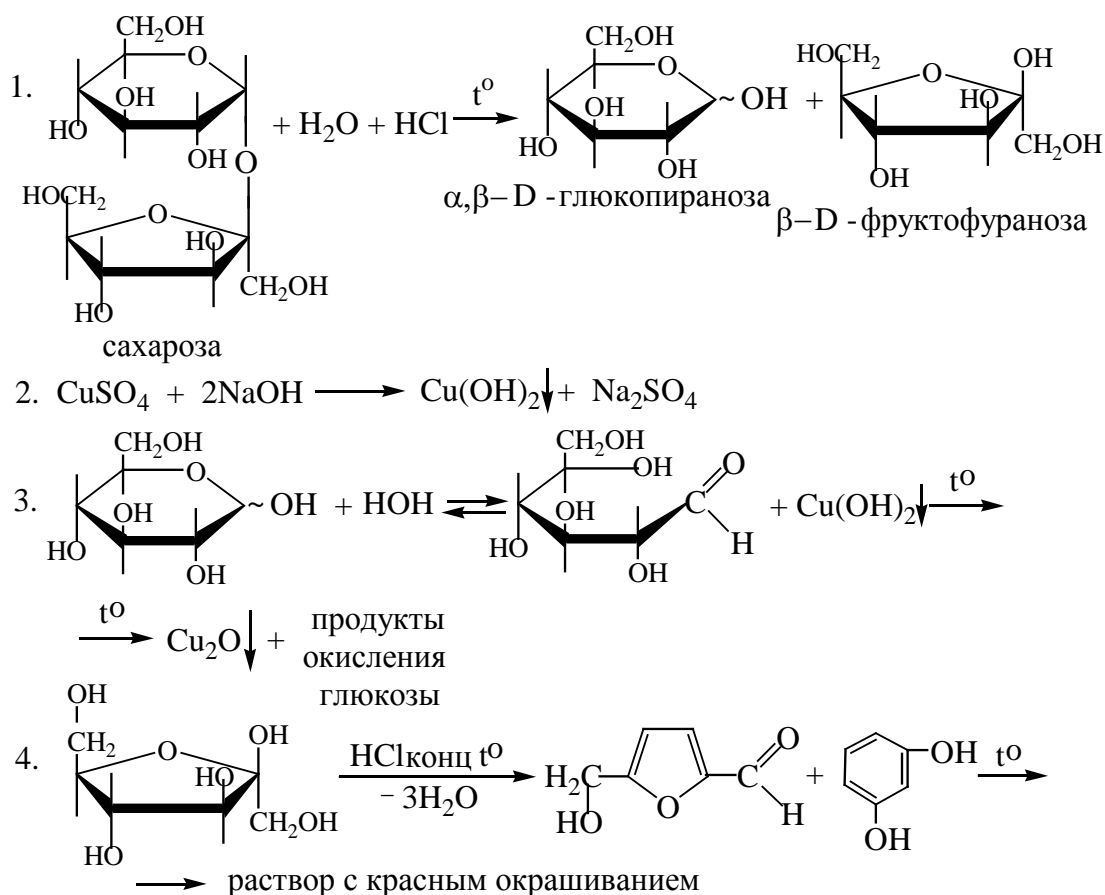
1. Какой процесс обеспечивает растворение осадка гидроксида меди (II) и образования сахаратов дисахаридов?
2. Наличие какого структурного фрагмента в лактозе и сахарозе обуславливает эту качественную реакцию и в каких условиях?

### Опыт №2. Доказательство гидролиза сахарозы.

Возьмите две пробирки. Поместите в первую пробирку 1 каплю 1% раствора сахарозы, 1 каплю 2н HCl и 6 капель воды. Нагрейте над пламенем горелки в течение 0,5–1 мин. Держите пробирку как можно более наклонно и все время встряхивайте ее, чтобы раствор не выбросило. Отлейте половину раствора во вторую пробирку и добавьте в неё 6 капель 2н NaOH и 4–5 капель воды. Едкой щелочи добавляют с избытком, чтобы нейтрализовать кислоту, взятую для гидролиза, а также создать необходимую для реакции щелочную среду. Затем добавьте 1 каплю 0,2н CuSO<sub>4</sub> и нагрейте верхнюю часть синего раствора до кипения (проба Троммера). Что вы наблюдаете?

Во второй части гидролизата, оставшейся в первой пробирке, проделайте реакцию Селиванова. Для этого в пробирку поместите крупинку резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты. При нагревании до кипения появляется отчетливое красное окрашивание. На присутствие какого вещества указывает положительная проба Селиванова?

### Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

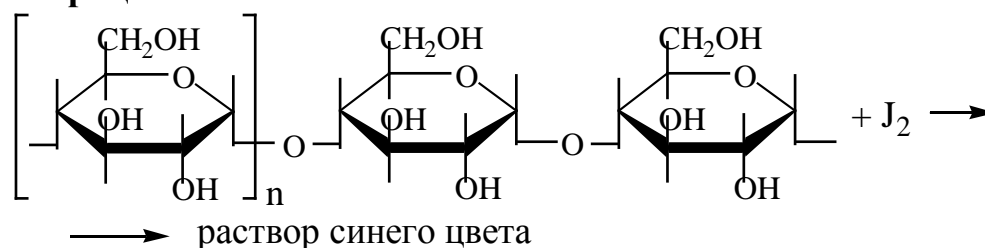
Ответьте на вопросы к опыту:

1. В каких условиях идет гидролиз о-гликозидной связи дисахарида?
2. Какие качественные реакции использованы для идентификации продуктов гидролиза сахарозы?

### Опыт №3. Открытие крахмала.

Поместите в пробирку 5 каплю крахмального клейстера и 1 каплю **сильно разбавленного раствора йода**. Раствор окрашивается в синий цвет. При нагревании окраска исчезает, при остывании раствора окраска появляется вновь.

### Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

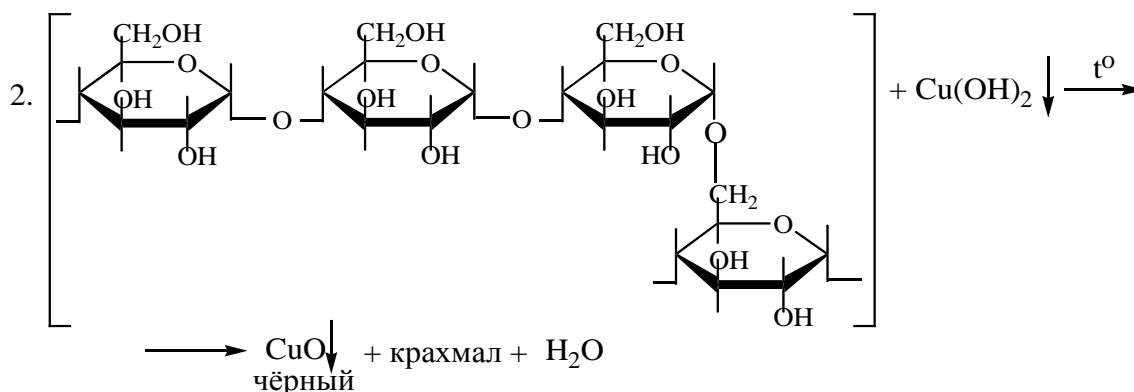
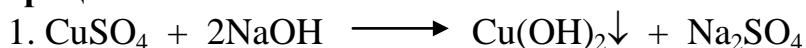
#### Вопросы:

1. Какой из компонентов крахмала обеспечивает образование окрашенного комплекса с иодом?
2. Почему при нагревании исчезает синяя окраска комплекса иода с крахмалом, а при остывании появляется вновь?

### Опыт №4. Отсутствие восстанавливающей способности у крахмала.

Поместите в пробирку 5 капель крахмального клейстера, добавьте 2–3 капли 2н NaOH и 1 каплю раствора сульфата меди (II). При перемешивании выпадает осадок гидроксида меди (II). Нагрейте раствор. Восстановления гидроксида меди (II) не происходит. Осадок может почернеть при нагревании, так как гидроксид меди (II), теряя воду, превращается в чёрный оксид меди (II). Результат опыта объясняется наличием в крахмале очень малого количества восстанавливающих групп, которые нельзя обнаружить с помощью пробы Троммера ( $t^\circ$  с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ).

#### Химизм процесса:



### Наблюдаемые результаты:

#### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Почему у крахмала отсутствует восстанавливающая способность?
2. Для всех ли полисахаридов характерно такое поведение с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании как у крахмала. Ответ обосновать.

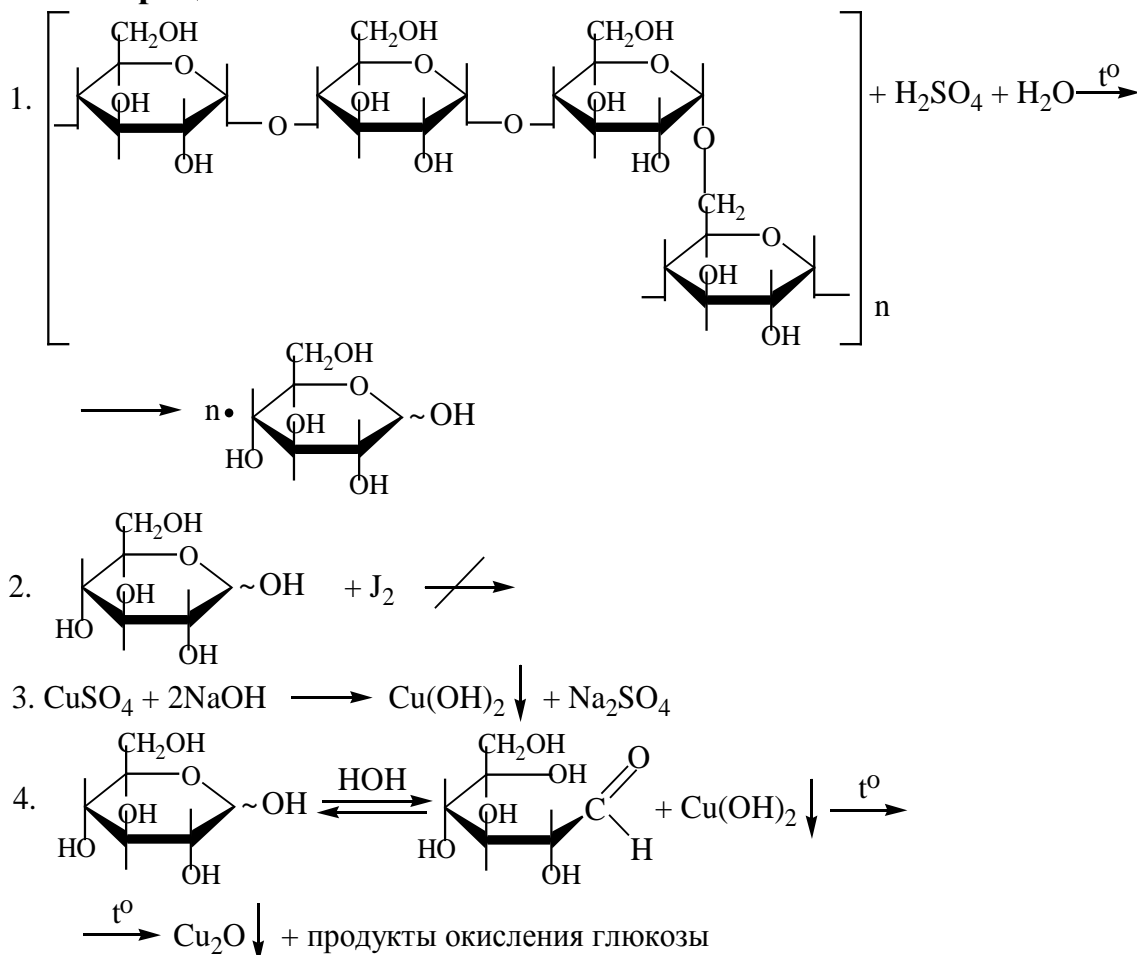
### Опыт №5. Кислотный гидролиз крахмала.

Поместите в пробирку 2 капли 0,5% крахмального клейстера. Добавьте 2 капли 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и поставьте в кипящую водяную баню. Через 20 минут обратите внимание на то, что мутный раствор клейстера стал прозрачным. С помощью стеклянной палочки перенесите 1 каплю гидролизата на предметное стекло и добавьте 1 каплю разбавленного в воде раствора иода  $\text{I}_2/\text{KI}$  (приготовить в отдельной пробирке). Убедившись в отсутствии ре-



акции с йодом, добавьте к гидролизату 8 капель 2н NaOH для нейтрализации кислоты и создания щелочной среды, и проведите пробу Троммера (добавьте 1 каплю 0,2н CuSO<sub>4</sub> и нагрейте верхнюю часть раствора). О чем свидетельствует положительная проба Троммера?

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. По каким связям осуществляется гидролиз крахмала в кислой среде? Укажите действующие реакционные центры.

2. Какая качественная реакция позволяет определить конец гидролиза крахмала?

3. Что входит в состав продуктов гидролиза крахмала, и с помощью какой качественной реакции их можно определить?

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Напишите структурные формулы восстанавливающего дисахарида мальтозы и его цикло-оксотаутомерии, и невосстанавливающего дисахарида сахарозы.

2. Приведите строение первичной структуры целлюлозы. Укажите типы гликозидных связей и её биологическую роль.
3. Напишите структурную формулу альгиновой кислоты, покажите связи между мономерами, приведите схему её реакции с NaOH и укажите роль продукта реакции в стоматологии.

### **III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 30 мин.
2. Решение ситуационных задач – 35 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов занятия и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 13**

### **Тема: Природные $\alpha$ -аминокислоты.**

**Цель:** Сформировать знания классификации, строения, стереохимии, химических свойств природных  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений, метаболизма аминокислот в организме; умения выполнять качественные реакции на аминокислоты и реакции, лежащие в основе их количественного анализа.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

#### **1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

1.1. Аминокислоты, входящие в состав белков. Классификация протеиногенных аминокислот с учетом различных признаков: по кислотно-основным свойствам, по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей (алифатические, ароматические, гетероциклические, содержащие гидроксильную, аминогруппу, карбоксильную или амидную группу, серосодержащие); по характеру радикалов (гидрофильные и гидрофобные).

1.2. Строение, номенклатура  $\alpha$ -аминокислот. Стререоизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Незаменимые аминокислоты.

1.3. Методы получения  $\alpha$ -аминокислот: гидролиз белков, синтез из  $\alpha$ -галогенпроизводных карбоновых кислот. Реакции восстановительного аминирования и пиридоксальный катализ. Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот.

1.4. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции переаминирования. Реакции окислительного и неокислительного дезаминирования. Реакции гидроксирования (фенилаланин  $\rightarrow$  тирозин, тирозин  $\rightarrow$  3,4-дигидроксифенилаланин, триптофан  $\rightarrow$  5-гидрокситриптофан, пролин  $\rightarrow$  4-гидроксипролин), участие аскорбиновой кислоты в реакциях гидроксирования аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Окисление цистеина. Дисульфидная связь.

1.5. Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов: этаноламин, гистамин, триптамин, серотонин, дофамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота, их биологическое значение.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [7], [11], [12], [16].

## **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**2.1.** Приведите общую формулу  $\alpha$ -аминокислот, входящих в состав белков. Классифицируйте природные  $\alpha$ -аминокислоты на группы по трем признакам: строение углеводородного радикала; наличие функциональных групп; полярность радикала. Приведите примеры по каждой из групп.

**2.2.** Напишите в проекциях Фишера возможные стереоизомеры для валина, треонина, изолейцина. Какого стереохимического ряда  $\alpha$ -аминокислоты D- или L- принимают участие в синтезе белков в организме?

**2.3.** Покажите распределение электронной плотности и реакционные центры гистидина. Напишите для него схемы реакций: солеобразования с раствором серной кислоты и раствором щелочи и биполярный ион.

**2.4.** Напишите схемы реакций взаимодействия фенилаланина: с формальдегидом, с  $C_2H_5OH$  ( $H^+$ ), уксусным ангидридом ( $NaOH$ ), азотистой кислотой и укажите реакционные центры, по которым протекают данные реакции.

**2.5.** Дайте определение изоэлектрической точки аминокислот ( $pI$ ). Приведите строение серина, аргинина и глутаминовой кислоты в воде и определите для них область значений  $pI$ . К каким группам по полярности радикала относят эти аминокислоты?

**2.6.** В какой ионной форме в растворе при  $pH$  1,0 и 7,5 присутствуют аспарагиновая кислота и лизин? Приведите строение их биполярных ионов и ионную форму в воде.

**2.7.** Напишите схемы реакций: декарбоксилирования и дезаминирования, протекающие *in vitro* и *in vivo* для тирозина, триптофана, гистидина, аспарагина и реакцию гидроксирования пролина.

**2.8.** Какие  $\alpha$ -аминокислоты называются незаменимыми? Перечислите незаменимые  $\alpha$ -аминокислоты и приведите их структурные формулы.

**2.9.** Напишите схемы реакций: трансаминирования аланина и щавелевоуксусной кислоты; глицина и  $\alpha$ -оксоглутаровой кислоты при участии пиридоксальфосфата.

**2.10.** Приведите схему реакции биосинтеза аланина из пировиноградной кислоты путем восстановительного аминирования.

## **3. Оформить протокол лабораторной работы.**

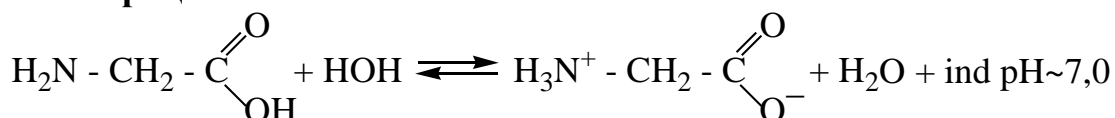
### **II. Лабораторная работа.**

«Качественные реакции и реакции, лежащие в основе количественного анализа аминокислот».

**Опыт №1. Определение реакции среды в растворе глицина.**

Поместите в пробирку 3 капли 0,2н раствора глицина. Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Убедитесь в том, что аминокислота не имеет кислой реакции. Зона перехода от красной окраски к желтой для метилового красного находится при рН 4,4–6,2. Объясните отсутствие кислой реакции у глицина. Раствор сохраните для следующего опыта.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

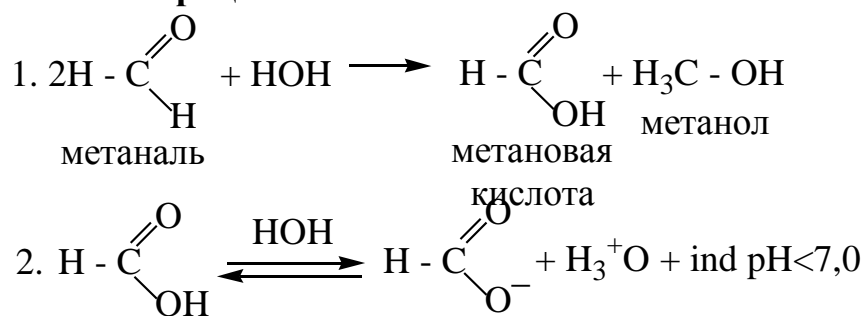
1. Какие функциональные группы имеются в глицине, и какие свойства у него проявляются в водной среде?
2. С чем связана реакция среды у глицина в водном растворе?

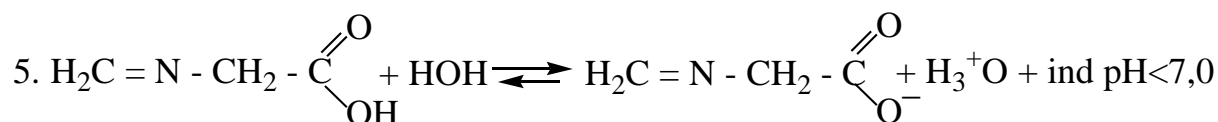
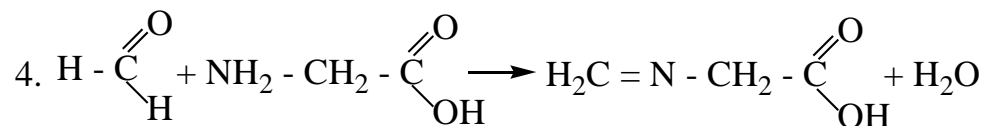
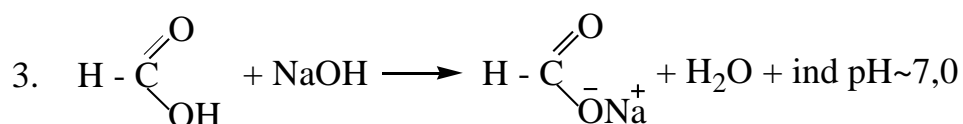
**Опыт №2. Реакция глицина с формальдегидом.**

Поместите в пробирку 3 капли 40% раствора формалина. Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Появляется красное окрашивание, указывающее на наличие кислоты (следствие дисмутации водных растворов формальдегида). С помощью тонкого запаянного капилляра добавьте очень небольшое количество 2н NaOH до нейтральной реакции (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавьте к нейтральному раствору глицина (гликокола), полученному в предыдущем опыте. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на появление кислой реакции среды (рН 4,4–6,2).

При добавлении формалина нейтральные аминокислоты можно титровать с помощью щелочи это метод формольного титрования по Серенсену для определения карбоксильных групп.

**Химизм процесса:**





**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

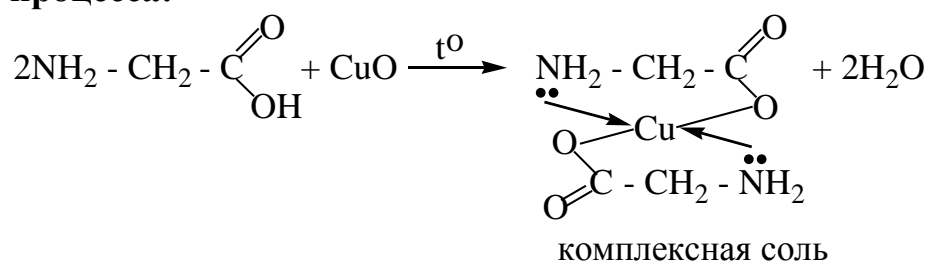
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Почему изменяется pH среды при добавлении к формалину глицина?
2. По какой функциональной группе глицин взаимодействует с формальдегидом? Почему эта реакция необходима при количественном анализе α-аминокислот?

**Опыт №3. Образование комплексной медной соли глицина.**

Поместите в пробирку на кончике лопаточки CuO, добавьте 3 капли 0,2н раствора глицина и нагрейте над пламенем спиртовки. Дав отстояться избытку черного осадка CuO, обратите внимание на образование темно-синего раствора медной соли глицина. Медные соли аминокислот хорошо кристаллизуются и поэтому используются для выделения аминокислот в чистом виде путем перекристаллизации.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

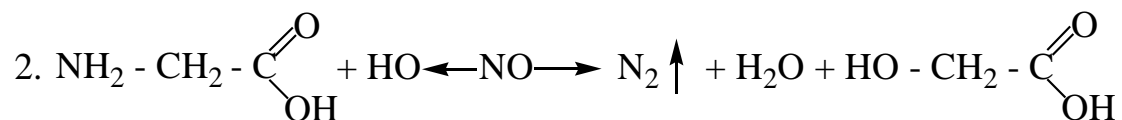
1. Какие функциональные группы α-аминокислот участвуют в образовании комплексной соли с Cu<sup>+2</sup>?
2. Какие реакционные центры α-аминокислоты активны в реакции с Cu<sup>+2</sup>?

**Опыт №4. Реакция глицина с азотистой кислотой.**

В пробирку поместите 5 капель 0,2н раствора глицина и равный объем 5% раствора нитрита натрия. Добавьте 2 капли концентрированной уксусной кислоты и осторожно взболтайте смесь. Наблюдается выделение пу-

зырьков газа. Реакция используется для количественного определения аминогрупп в аминокислотах.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

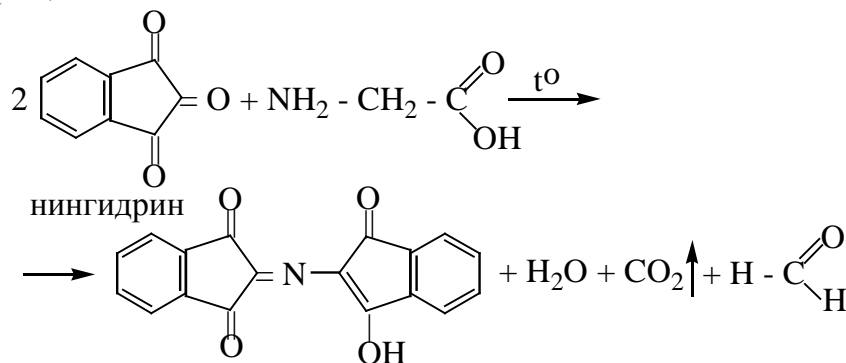
Ответьте на вопросы к опыту:

1. По какой функциональной группе глицина идёт взаимодействие с азотистой кислотой и как этот процесс называется?
2. Для каких видов анализа аминокислот используется эта реакция?

**Опыт №5. Реакция глицина с нингидрином.**

В пробирку поместите 4 капли 0,2н раствора глицина и 2 капли 0,1% раствора нингидрина. Содержимое пробирки осторожно нагрейте до появления сине-красной окраски. Реакция является качественной на аминокислоты.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какое практическое значение имеет нингидринная реакция?
2. Какая функциональная группа α-аминокислот участвует в реакции с нингидрином?

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Напишите для аргинина схемы реакций взаимодействия с H<sub>2</sub>O, с CH<sub>3</sub>OH(H<sup>+</sup>) и декарбоксилирования. Укажите реакционные центры, тип и механизм реакций.

2. Определите, в какой ионной форме в водном растворе при pH 7,3 и pH 11,0 будут находиться тиразин и аргинин.
3. Напишите для цистеина биполярный ион и уравнение реакции окисления тиольных групп *in vivo*.

### **III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 14**

**Тема: Пептиды и белки.**

**Цель:** Сформировать знания структурного построения пептидов и белков, пространственной организации молекул, химического поведения их в организме, понятия о синтезе и определении структуры пептидов *in vitro*; умения выполнять характерные и качественные реакции на пептиды.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

#### **1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

- 1.1. Пептиды. Электронное и пространственное строение пептидной связи.
- 1.2. Гидролиз пептидов. Отдельные представители пептидов: аспартам, глутатион, нейропептиды, инсулин.
- 1.3. Первичная структура белков. Понятие о вторичной, третичной и четвертичной структурах.
- 1.4. Гемоглобин, гем.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [7], [12], [16].

#### **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

- 2.1. Дайте определение понятий «изоэлектрическое состояние», «изоэлектрическая точка» пептидов и белков. Напишите структуру и определите pH среды, в которой находится изоэлектрическая точка трипептидов Асп–Фен–Тир, Гис–Ала–Мет, Арг–Лиз–Сер. Есть ли среди приведенных кислые, основные и нейтральные пептиды?
- 2.2. Перечислите уровни организации структуры белковой молекулы. Дайте определение первичной структуры пептидов и белков. Какие способы определения первичной структуры вам известны?

**2.3.** Напишите схемы реакций для определения N-концевых аминокислот методом Эдмана на примере трипептида Лей–Тре–Вал.

**2.4.** Приведите схемы гидролиза пептида Иле–Глн–Про с использованием различных условий и укажите действующие реакционные центры, тип реакций.

**2.5.** Написать структурные формулы пептидов: аспартам, глутатион, нейропептиды, инсулин. Показать пептидную связь и перечислить её свойства.

**2.6.** Дайте определение вторичной структуры белков. Представьте схематично вид  $\alpha$ -спирального и  $\beta$ -структурного участков полипептидную цепь Вал–Гли–Тир–Лей–Ала. Какими видами взаимодействий определяется их стабилизация? Покажите образование водородных связей на участке этой полипептидной цепи.

**2.7.** Дайте понятие третичной и четвертичной структуры белковой молекулы. Какие виды взаимодействий стабилизируют эти виды структур?

**2.8.** Напишите структуру гема и укажите, каковы особенности пространственной организации гемоглобина?

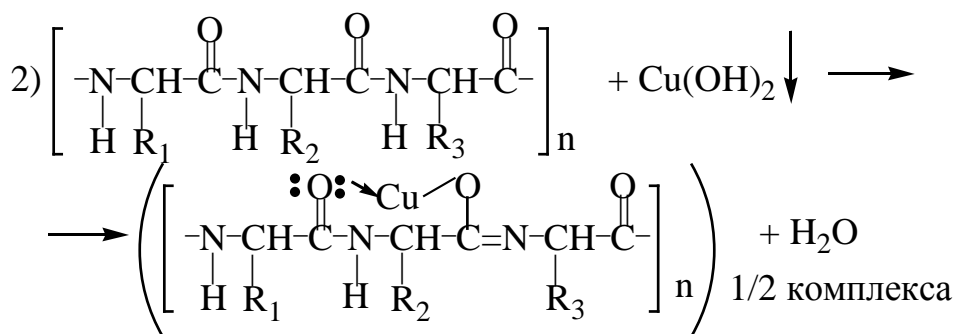
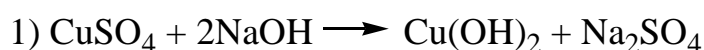
### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

#### «Характерные свойства пептидов и белков».

#### *Опыт №6. Биуретовая реакция на пептидную связь.*

В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка, добавьте 5 капель 2н раствора NaOH и по стенке добавьте 1–2 капли раствора сульфата меди (II). Наблюдается появление красно-фиолетовой окраски.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Присутствие фрагмента, какой структуры у пептидов и белков можно идентифицировать биуретовой реакцией?

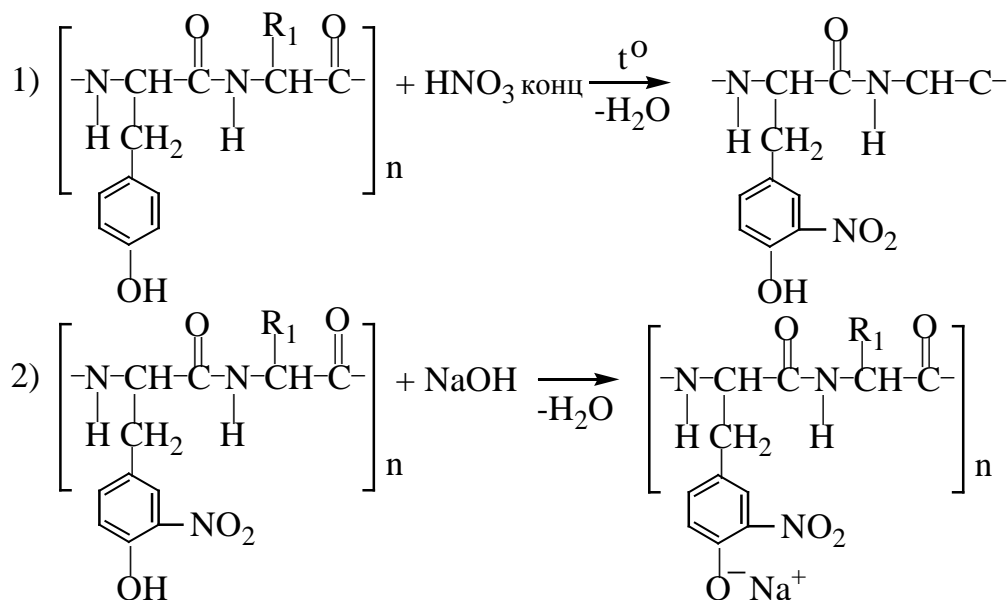
2. К какому типу взаимодействия можно отнести биуретовую реакцию?

#### *Опыт №7. Ксантопротеиновая реакция белков.*



В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка и 2 капли концентрированной азотной кислоты. Содержимое пробирки осторожно нагрейте, все время встряхивая. Раствор и осадок окрашиваются в желтый цвет. Охладив пробирку, осторожно добавляйте по каплям 2н раствор гидроксида натрия до появления ярко-оранжевой окраски.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какие аминокислоты в составе первичной структуры белка могут давать эту реакцию и почему?
2. Что происходит при добавлении NaOH и почему изменяется окраска системы?

**Пример задания итогового контроля:**

1. Приведите строение трипептида Сер–Ме –Про, укажите N- и C- концы и тип связи между мономерами, N- и C- концы.
2. В какой ионной форме будут находиться в воде дипептид Гис–Глу?
3. Напишите уравнение реакции кислотного гидролиза трипептида Вал–Лиз–Три.

**III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 20 мин.
2. Решение ситуационных задач – 45 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## ЗАНЯТИЕ № 15

**Тема: Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды, нуклеотиды и их гидролиз.**

**Цель:** Сформировать знания строения и свойств пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований, их лактам-лактимной таутомерии, нуклеозидов и нуклеотидов в составе биополимеров РНК и ДНК, гидролиза нуклеозидов и нуклеотидов; умения проводить характерные и качественные реакции на компоненты нуклеотидов.

### I. Самоподготовка к занятию.

#### 1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:

1.1. Нуклеиновые основания пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) в составе РНК и ДНК, особенности строения и ароматические свойства. Лактим-лактамина таутомерия.

1.2. Нуклеиновые основания пуриновые (аденин, гуанин) в составе РНК и ДНК, особенности строения и ароматические свойства. Лактим-лактамина таутомерия.

1.3. Нуклеозиды. Строение нуклеозидов, входящих в состав нуклеиновых кислот, номенклатура. Гидролиз нуклеозидов.

1.4. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот. Номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [12], [14].

#### 2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:

2.1. Приведите структурные формулы нуклеиновых азотистых оснований в составе РНК и ДНК, назовите их по заместительной номенклатуре.

2.2. Напишите лактим–лактамина таутомерные превращения урацила, тимина, цитозина, гуанина.

2.3. Для нуклеиновых азотистых оснований в составе РНК и ДНК напишите комплементарное взаимодействие с соответствующим основанием. Укажите водородные связи между парами комплементарных оснований.

2.4. Напишите структурные формулы и объясните строение нуклеозидов (N–гликозидов): аденозина, уридина, тимидина, дезоксицитидина.

2.5. Приведите схемы и укажите условия гидролиза для гуанозина и тимидина, покажите действующие реакционные центры, тип реакции.

2.6. Напишите структурные формулы и объясните строение нуклеотидов: 5'–дезоксадениловой кислоты (d-AMP), тимидиловой кислоты (TMP), укажите в состав какой нуклеиновой кислоты они входят, и назовите связи между компонентами в структуре.

2.7. Напишите структурные формулы нуклеотидов: гуанозин–5'–монофосфата (GMP), цитидин–5'–монофосфата (CMP), укажите в состав

какой нуклеиновой кислоты они входят, и назовите связи между компонентами в структуре.

**2.8.** Укажите для d-GMP, CMP типы связей способные разрушаться при полном и частичном гидролизе, и напишите схемы и условия его проведения, назовите продукты реакций.

**2.9.** Назовите следующие соединения: d-AMP, TMP, d-CMP, UMP как кислоту и как монофосфат.

### 3. Оформить протокол лабораторной работы.

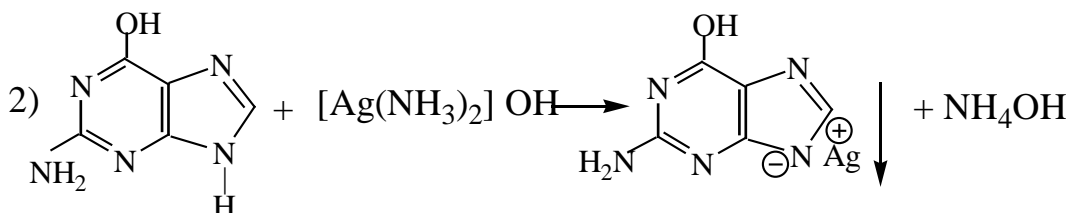
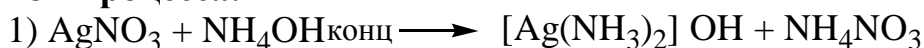
#### II. Лабораторная работа.

##### «Характерные реакции идентификации нуклеотидов, нуклеозидов».

##### *Опыт №1. Обнаружение пуриновых оснований в продуктах гидролиза нуклеотидов («серебряная проба»).*

К 5 каплям гидролизата дрожжей прибавьте по каплям концентрированный раствор аммиака (до щелочной реакции по универсальному индикатору). Затем добавьте 5 капель 2% аммиачного раствора нитрата серебра. При стоянии через 3–5 минут выпадает светло-коричневый осадок серебряных солей пуриновых оснований (содержимое пробирки не перемешивать). Напишите уравнение реакции замещения у гуанина атома водорода при пиррольном атоме азота на ион  $\text{Ag}^+$  (кислотные свойства) с образованием серебряной соли гуанина.

##### Химизм процесса:



##### Наблюдаемые результаты:

##### Вывод:

Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какую группу нуклеиновых азотистых оснований можно идентифицировать «серебряной пробой» и почему?
2. По какому реакционному центру нуклеинового азотистого основания идёт эта реакция и что является её продуктом?

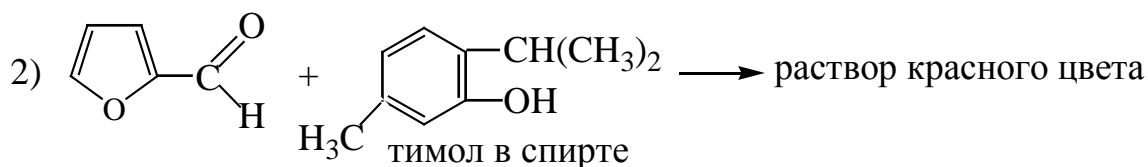
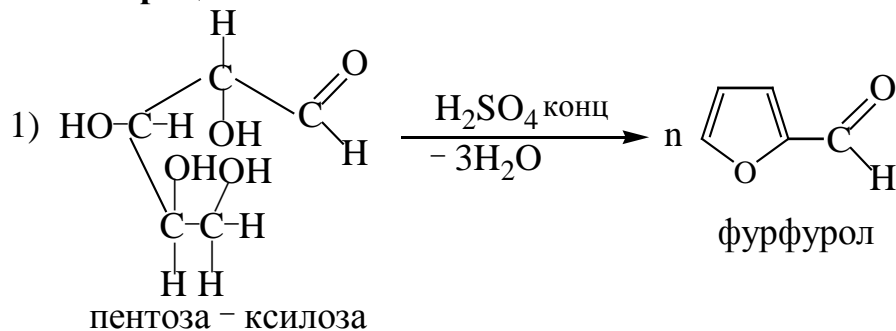
##### *Опыт №2. Обнаружение пентоз в продуктах гидролиза нуклеотидов.*

##### *а) Количественная реакция на пентозу (проба Молиша).*

К 5 каплям гидролизата дрожжей добавьте 3 капли 1% спиртового раствора тимола. Перемешайте и по стенке пробирки осторожно прилейте 20–30 капель концентрированной серной кислоты. При встряхивании на

дне пробирки образуется продукт конденсации фурфурола с тимолом красного цвета. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с пентозами происходит их дегидратация с образованием фурфурола, который дает с тимолом продукт конденсации красного цвета. Напишите уравнение реакции образования фурфурола из пентоз.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

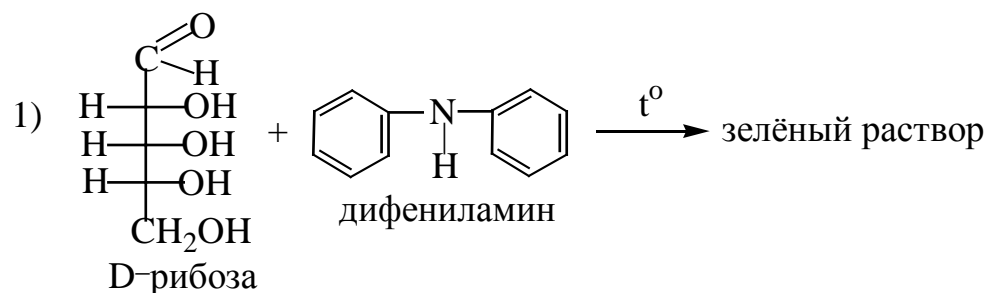
Ответьте на вопросы к опыту:

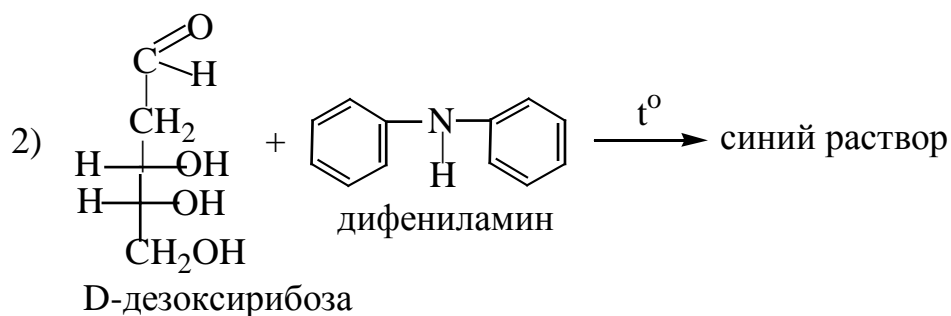
1. Какой процесс происходит с пентозой при взаимодействии с концентрированной серной кислотой?
2. Все ли альдопентозы могут таким путём превращаться в фурфурол и почему?

**б) Реакция на рибозу и дезоксирибозу.**

К 5 каплям гидролизата дрожжей добавьте 20 капель 1% раствора дифениламина и кипятите в водяной бане в течение 15 минут; при этом появляется сине-зеленое окрашивание. Дифениламин с дезоксирибозой дает синее окрашивание, а с рибозой – зеленое.

**Химизм процесса:**





**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

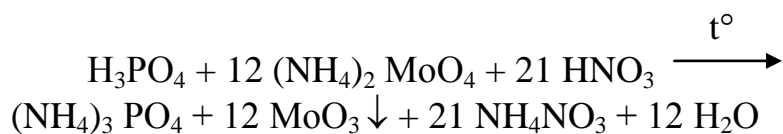
Ответьте на вопросы к опыту:

1. В составе нуклеотидов каких нуклеиновых кислот встречаются рибоза и дезоксирибоза?
2. Можно ли с помощью данных качественных реакций различить нуклеотиды нуклеиновых кислот?

**Опыт №3. Обнаружение фосфорной кислоты в продуктах гидролиза нуклеотидов.**

К 5 каплям гидролизата прилейте 10 капель молибденового реактива и прокипятите на пламени спиртовки. При этом жидкость окрашивается в лимонно-желтый цвет. Пробирку охладите в струе холодной воды. На дне пробирки появляется кристаллический лимонно-желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония. Молибденовая проба на фосфорную кислоту протекает по уравнению:

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. При каком гидролизе нуклеотида в продуктах гидролиза (в гидролизате) есть остаток фосфорной кислоты?
2. Почему фосфорной кислоты нет в гидролизате нуклеозидов?

**4. Пример задания итогового контроля:**

1. Напишите структурные формулы пиримидиновых оснований в составе РНК, назовите их по заместительной номенклатуре и укажите вид их таутомерных форм в составе нуклеотидов.
2. Выберите нуклеотиды и напишите строение тех, которые входят в состав ДНК: 5'-уридилловая, 5'-гуаниловая, 5'-тимидилловая кислота.
3. Приведите схему частичного и полного гидролиза d-СМР, укажите действующие реакционные центры и назовите продукты реакции.

### **III. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 45 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ № 16**

**Тема: Нуклеозид моно- и полифосфаты. Нуклеиновые кислоты.**

**Цель:** Сформировать знания строения и свойств нуклеозид моно-, поли- и циклофосфатов, характера связей в их структурах и биологической роли, первичной структуры РНК и ДНК, представлений о их вторичной структуре и роли в биосинтезе белка, о коферментах и системе НАД<sup>+</sup> - НАД·Н и гидридном переносе с их участием.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

**Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

- 1.1. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты.
- 1.2. Понятие о вторичной структуре ДНК.
- 1.3. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Комплементарность нуклеиновых оснований.
- 1.4. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Роль АТФ как аккумулятора и переносчика энергии в клетке. Макроэргическая связь.
- 1.5. Нуклеозидциклофосфаты (ц-АМФ и ц-ГМФ) как вторичные посредники в регуляции метаболизма клетки.
- 1.6. Понятие о коферментах. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> – НАД·Н; гидридный перенос как одна из стадий биологических реакций окисления – восстановления с участием этой системы.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [12], [14].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

- 2.1. Дайте определение нуклеиновых кислот. Напишите строение первичной структуры участка РНК с последовательностью нуклеотидов У-А-Г и выделите фосфодиэфирные связи.

- 2.2. Для урацила, тимина, цитозина, гуанина напишите структурные формулы с учётом таутомерии и комплементарное взаимодействие с соответствующим азотистым нуклеиновым основанием. Укажите водородные связи между парами комплементарных оснований.
- 2.3. Дайте определение первичной структуры ДНК. Напишите строение участка ДНК с последовательностью Т-А-Ц и А-Т-Г и покажите связи между мономерами. Укажите её вторичную структуру.
- 2.4. Напишите строение участка первичной структуры цепи ДНК, если известно, что в комплементарной цепи ему соответствует последовательность А-Т-Г.
- 2.5. Напишите строение участка РНК, полученного при транскрипции с участка цепи ДНК с последовательностью нуклеотидов Г-Т-Ц. Приведите схему его полного гидролиза.
- 2.6. Приведите строение АТФ, укажите макроэргические связи и их характеристику. Объясните роль АТФ как аккумулятора и переносчика энергии в клетке.
- 2.7. Напишите строение нуклеозидмоно- и полифосфатов АМФ, АДФ, АТФ и укажите способ и условие получения моно- и дифосфатов.
- 2.8. Приведите структурные формулы нуклеозидциклофосфатов – ц-АМФ и ц-ГМФ, укажите связи между компонентами в этих соединениях.
- 2.9. Напишите строение  $\alpha$ -аминоациладенилатов, полученных при взаимодействии АТФ со следующими  $\alpha$ -аминокислотами: глицином, треонином, цистеином.
- 2.10. Дайте определение понятия «коферменты». Приведите структурные формулы никотинамидадениндинуклеотида ( $\text{НАД}^+$ ) и его фосфата ( $\text{НАДФ}^+$ ).
- 2.11. Напишите схемы обратимых окислительно–восстановительных реакций с участием кофермента  $\text{НАД}^+$  для этилового спирта и молочной кислоты.
- 2.12. Какие вам известны лекарственные средства нуклеиновой природы? На чём основан механизм действия нуклеозидов–антибиотиков?
- 2.13. Объясните гидридный перенос с участием системы  $\text{НАД}^+ - \text{НАД}\cdot\text{Н}$  как одной из стадий биологических реакций окисления – восстановления.

#### 4. Пример задания итогового контроля:

1. Напишите строение первичной структуры ДНК с последовательностью нуклеотидов Г- Т, укажите тип связи между мономерами.
2. Напишите строение цепи ДНК комплементарное фрагменту у-Г в РНК: 5'-уридиловая кислота и 5'-гуаниловая кислота.
3. Напишите схему взаимодействия АТФ с валином с образованием аминокациладенилатного комплекса.

#### III. Работа на занятии.

1. Решение ситуационных задач – 60 мин.

2. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 25 мин.
3. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

### **ЗАНЯТИЕ №17**

**ТЕМА: Липиды. Классификация, химические свойства.**

**ЦЕЛЬ:** Сформировать знания особенностей структуры основных природных высших жирных кислот, воска, нейтральных жиров, фосфолипидов; механизма пероксидного окисления ненасыщенных жирных кислот; умения проводить характерные реакции для высших жирных кислот и простых липидов.

#### **I. Самоподготовка к занятию.**

**1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

1.1. Классификация липидов. Биологическое значение. Воски: строение, свойства, использование в качестве слепочных материалов.

1.2. Нейтральные жиры. Основные природные высшие жирные кислоты, входящие в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Особенности ненасыщенных высших жирных кислот,  $\omega$ -номенклатура.

1.3. Фосфолипиды. Фосфатидилэтаноламины и фосфатидилсерины, фосфатидилхолины (лецитины), фосфатидилинозитолы – структурные компоненты клеточных мембран.

1.4. Прогоркание жиров – цепной свободно-радикальный процесс как модель пероксидного окисления ненасыщенных жирных кислот в клеточных мембранах, его механизм и биологическая роль.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [8], [9].

**2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**2.1.** Напишите структурную формулу воска мирицилпальмитата с учётом конфигурации и конформации ацильных остатков, укажите агрегатное состояние этого липида. В его составе - пальмитиновая кислота  $C_{15}H_{31}COOH$  и мирициловый спирт  $C_{31}H_{63}OH$ .

**2.2.** Напишите структурную формулу нейтрального жира 2-О-олеоил-1-О-пальмитоил-3-О-стеароилглицерина с учётом конфигурации и конформации ацильных остатков, укажите его агрегатное состояние.

**2.3.** Какое агрегатное состояние имеет триацилглицерин 1,3-ди-О-олеоил-2-О-стеароилглицерин? Написать для него схему основного гидролиза.



- 2.4.** Какими качественными реакциями можно доказать присутствие непредельных высших жирных кислот в составе триацилглицерина 1,2-ди-О-олеоил-3-О-стеароилглицерина? Приведите схемы реакций.
- 2.5.** Какая связь между ацильными остатками и глицерином в нейтральных жирах? Объяснить на примере нейтрального жира 1,2,3-три-О-леноилглицерине.
- 2.6.** Приведите схемы реакций кислотного и щелочного гидролиза 1-О-линоил-2,3-ди-О-пальмитоилглицерина, укажите действующие реакционные центры, тип реакций и назовите продукты этих реакций.
- 2.7.** Напишите структурные формулы: фосфотидилэтаноламина, фосфотидилсерина, содержащих остатки насыщенных и ненасыщенных ВЖК пальмитиновой и линоленовой кислот (ацильные остатки написать с учетом конфигурации и конформации).
- 2.8.** Напишите структурные формулы фосфотидилхолина, содержащего остатки пальмитиновой и олеиновой кислот (ацильные остатки написать с учетом конфигурации и конформации).
- 2.9.** К какому классу биологически активных соединений относится фосфотидилколаген, какова его биологическая роль? Напишите структурную формулу и назовите функциональные группы в этом липиде.
- 2.10.** В каких условиях возможен гидролиз фосфолипидов? Приведите схемы реакций гидролиза фосфотидилэтаноламина и фосфотидилсерина.
- 2.11.** Укажите гидрофильные и гидрофобные части в молекуле фосфотидилхолина.
- 2.12.** Напишите схемы реакций пероксидного окисления на примере олеиновой кислоты. Встречаются ли такие реакции в организме?
- 2.13.** Напишите схемы реакций образования свободных радикалов в организме. Приведите системы антиоксидантной защиты в организме человека.
- 2.14.** Приведите все схемы механизма пероксидного окисления в клеточных мембранах. Объяснить роль пероксидного окисления липидов мембран при действии малых доз радиации на организм.
- 2.15.** Приведите строение и принцип формирования липидного бислоя клеточных мембран. Объясните на конкретном примере, что такое дифильная структура сложного липида?

### **3. Оформить протокол лабораторной работы.**

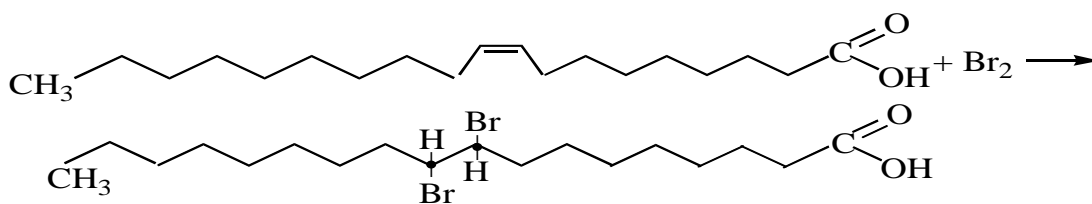
#### **П. Лабораторная работа.**

#### **«Характерные реакции омыляемых липидов».**

#### ***Опыт №1. Бромирование олеиновой кислоты.***

В пробирку поместите 3–4 капли олеиновой кислоты. Добавьте в пробирку 4–5 капель бромной воды. Хорошо встряхните и отметьте наблюдаемые изменения.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

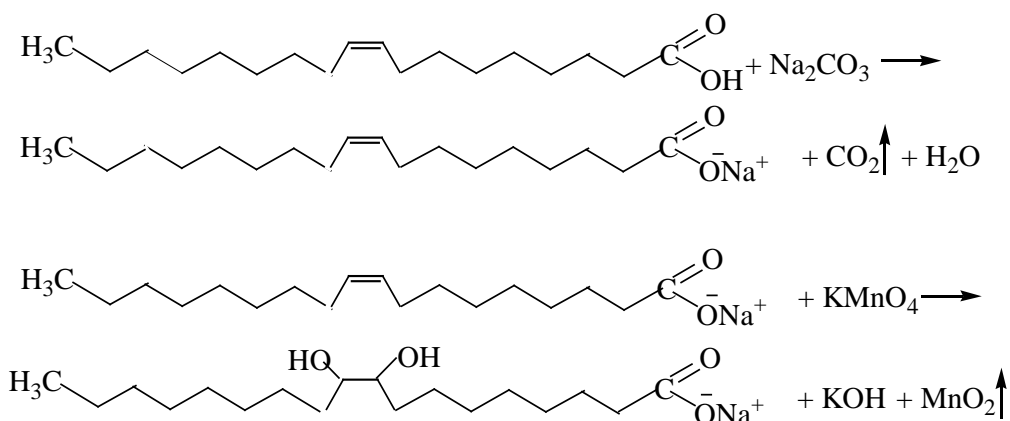
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Какое свойство олеиновая кислота проявляет в данном опыте?
2. Можно ли использовать данную реакцию как качественную для олеиновой кислоты и почему?

**Опыт №2. Окисление олеиновой кислоты раствором перманганата калия.**

В пробирку поместите 2 капли олеиновой кислоты, добавьте 2 капли 5% раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 2 капли 0,2н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Встряхните пробирку. Отметьте наблюдаемые изменения.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

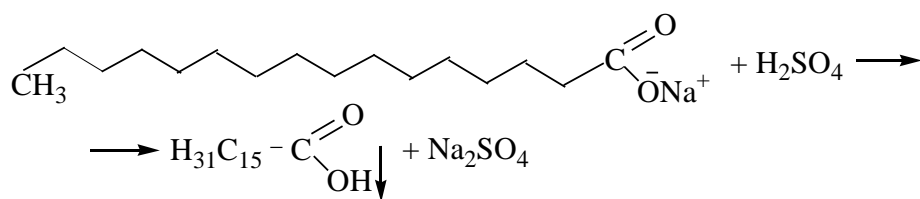
Ответьте на вопросы к опыту:

1. Для какой группы высших жирных кислот характерна эта реакция?
2. Можно ли использовать данную реакцию для обнаружения всех групп высших жирных кислот?

**Опыт №3. Выделение свободных жирных кислот из мыла.**

С помощью пипетки поместите в пробирку 5 капель приготовленного концентрированного раствора мыла и добавьте к нему 1 каплю 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Немедленно выпадает белый хлопьевидный маслянистый осадок свободных жирных кислот.

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

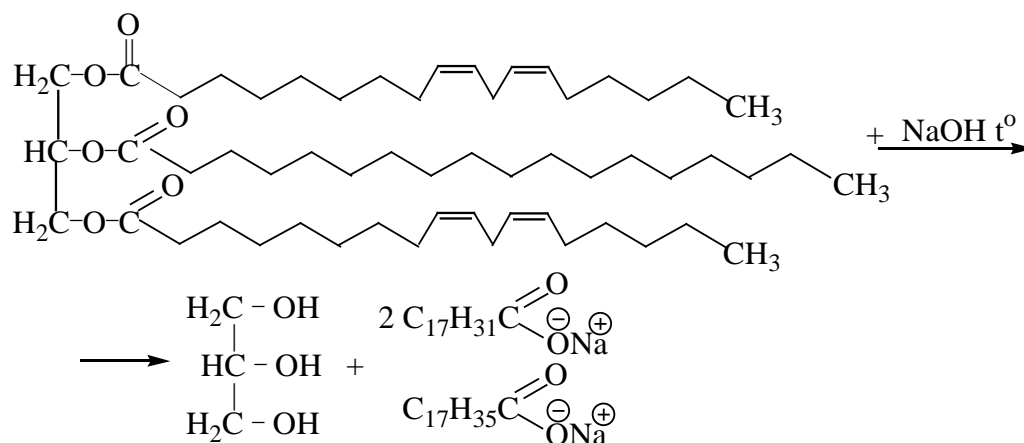
Ответьте на вопросы к опыту:

1. К какой группе органических соединений относятся мыла?
2. Почему при взаимодействии мыла с раствором серной кислоты наблюдается появление осадка?

**Опыт №4. Омыление жира водно-спиртовым раствором щелочи.**

Поместите в пробирку 5капель касторового масла, 5капель этанола и 5капель 35% раствора NaOH, хорошо встряхнуть. Нагревать на водяной бане при слабом кипячении в течение 5–7 минут! Для контроля конца омыления несколько капель раствора перенести в чистую пробирку, прибавить 2–капель дистиллированной воды и нагреть на спиртовке до кипячения. Полное растворение пробы в воде указывает на полноту омыления. Для выделения мыла из водно-спиртового раствора к нему добавить 15 капель насыщенного горячего раствора хлорида натрия так, чтобы слой мыла поднялся на поверхность жидкости (происходит высаливание мыла из раствора).

**Химизм процесса:**



**Наблюдаемые результаты:**

**Вывод:**

Ответьте на вопросы к опыту:

1. По какой функциональной группе в составе триацилглицерина происходит процесс омыления и как объяснить этот процесс?
2. К какой группе омыляемых липидов можно отнести касторовое масло?

### **Пример задания итогового контроля:**

1. Приведите структурную формулу нейтрального жира 2–О–олеоил–1–О–пальмитоил–3–О–стеароилглицерина с учётом конфигурации и конформации ацильных остатков и выделите функциональные группы.
2. Напишите для фосфотидилэтаноламина схему реакции щелочного гидролиза, назовите продукты реакции, укажите действующие реакционные центры и тип реакции.
3. Для линолевой кислоты напишите схемы всех стадий пероксидного окисления, которое идёт в клеточных мембранах, укажите его механизм.

### **II. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ №18**

**ТЕМА: Органические соединения, применяемые в стоматологии.**

**ЦЕЛЬ:** Сформировать знания классификации полимеров, полимерных материалов на основе акриловой, метакриловой кислот, эпоксидов, изопрена, влияния механизмов полимеризации на структуру и свойства полимерных материалов, строения биополимеров и биосовместимости синтетических биополимеров в стоматологии; умения проводить реакции полимеризации и деполимеризации.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

#### **1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

- 1.1. Общая характеристика высокомолекулярных соединений. Мономер, структурная единица, степень полимеризации. Полимеры, олигомеры, сополимеры. Классификация полимеров.
- 1.2. Типы полимеризации: радикальная и ионная. Радикальный механизм реакции полимеризации сложных эфиров акриловой и метакриловой кислот. Активаторы, инициаторы и ингибиторы радикальных реакций полимеризации.
- 1.3. Композиционные пломбировочные материалы химического и светового отверждения. Высокомолекулярные мономеры современных композиционных материалов: Bis-GMA, NTG-GMA, HEMA, PMDM, UDMA.
- 1.4. Химические соединения, используемые для обеспечения связывания реставрационного материала с тканями эмали и дентина.
- 1.5. Ормомеры и современные наноматериалы в стоматологии.

**Литература:** [3], [7], [10], [11], **Лекционный материал.**

**Таблицы в приложении:** [1], [2], [10], [13], [15], [17], [18].

## **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

**2.1.** Дайте определение понятиям «высокомолекулярные соединения», «полимер», «составное звено», «сополимер», «привитой сополимер».

**2.2.** Приведите строение карбоцепного полимера на основе: полиметилметакрилата; полиметилакролеина; полиизобутилена.

**2.3.** Приведите строение органического гетероцепного полимера на основе:  $\alpha$ -аминокислот;  $\alpha$ -D-глюкопиранозы; полиэтилентерефталата.

**2.4.** Дайте определение понятиям: «полимер стереорегулярный», «полимер стереонерегулярный», «полимер атактический», «полимер изотактический», «полимер синдиотактический».

**2.5.** Приведите строение полимера синдиотактического на основе бутадиена. Определите, является ли он стереорегулярным или стереонерегулярным полимером.

**2.6.** Дайте определение понятиям: «полимеры терморезистивные или реактопласты», «полимеры термопластичные или термопласты».

**2.7.** Приведите строение термопласта на основе: полиметилметакрилата; полиэтилена; полистирола. К чему сводится переработка данных полимеров в изделие?

**2.8.** Напишите схему реакции вулканизации (отверждения) каучука с серой. К какой группе полимеров по поведению при нагревании относится продукт реакции?

**2.9.** Как меняются свойства реактопластов в зависимости от частоты пространственной сетки? Почему реактопласты используют как конструкционные материалы?

**2.10.** Напишите схему реакции получения полиамида из этилдиамин и пропандиовой кислоты. К какой группе полимеров по способу получения относится полимер-полламид?

**2.11.** Приведите все стадии механизма реакции цепной полимеризации.

**2.12.** Дать определение понятиям: «материальная цепь», «кинетическая цепь», «ионная полимеризация», «радикальная полимеризация», «катионная полимеризация», «анионная полимеризация».

**2.13.** Дайте определение понятиям: полимеризация, сополимеризация. Напишите схемы реакций полимеризации акриловой и метакриловой кислот, метилметакрилата, этилметакрилата, бутилакрилата. Опишите механизм радикальной полимеризации этих соединений с участием инициаторов – бензоилпероксида.

**2.14.** Объясните необходимость применения инициатора. Дайте определение понятию «активаторы процесса инициирования», приведите примеры структурных формул активаторов.

**2.15.** Дайте определение понятиям:

– поликонденсация; сополиконденсация. Приведите примеры схем реакций этих процессов.

**2.16.** Приведите схему конденсации двух молекул 3-хлор-1,2-эпоксипропана (эпихлоргидрина) с одной молекулой 2,2-ди-(4-гидроксифенил)-пропаном (дианом) в щелочной среде (образование первичного продукта конденсации). В чём суть процесса отверждения эпоксидных смол? Приведите примеры структур отвердителей.

**2.17.** Приведите высокомолекулярные мономеры современных композиционных материалов: Bis-GMA, NTG-GMA, НЕМА, PMDM, UDMA.

### **3. Оформить протокол лабораторной работы.**

#### **П. Лабораторная работа.**

#### **Полимерные материалы в стоматологии.**

***Опыт №1. Приготовление и отверждение формовочной массы для изготовления зубных протезов.***

**Опыт проводится в вытяжном шкафу!**

1. В фарфоровый тигелёк поместите небольшое количество порошка (АКР-7 или АКР-15) и несколько капель мономера (до полного смачивания порошка). Содержимое перемешайте стеклянной палочкой, закройте предметным стеклом и оставьте для набухания на 15–20 мин.

Наблюдайте за изменением реакционной массы. Она переходит из пескообразной в липкую массу, а затем в тестообразную. Масса считается готовой, если она, теряя липкость, не пристаёт к стенкам тигелька и рукам.

2. Из полученной массы слепите шарик, тигелёк вымойте водой, и проведите полимеризацию (отверждение материала). Шарик поместите в пробирку с водой, нагрейте до кипения и кипятите до полного отверждения.

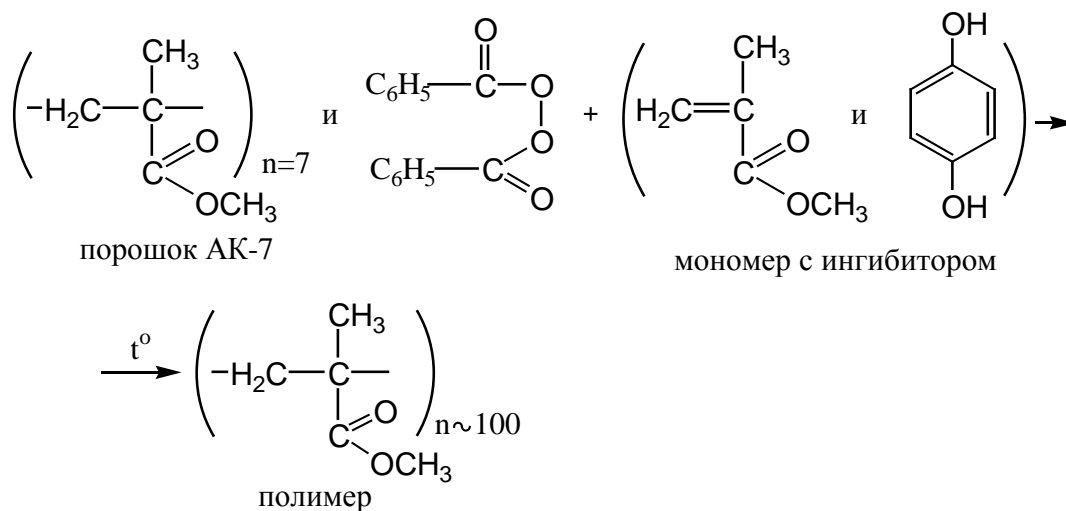
#### **Характеристика компонентов:**

**Порошок АКР-7** – представляет собой полиметилметакрилат с небольшой молекулярной массой, к которому добавлены краситель и инициатор.

**Жидкость** – это мономер (метилметакрилат) с добавкой ингибитора.

При смешивании компонентов идёт набухание полимера в низкомолекулярном растворителе (метилметакрилате), образуется тестообразная масса, кипячение которой в воде приводит к полимеризации метилметакрилата. Осуществляется «сшивка» полимера мономером.

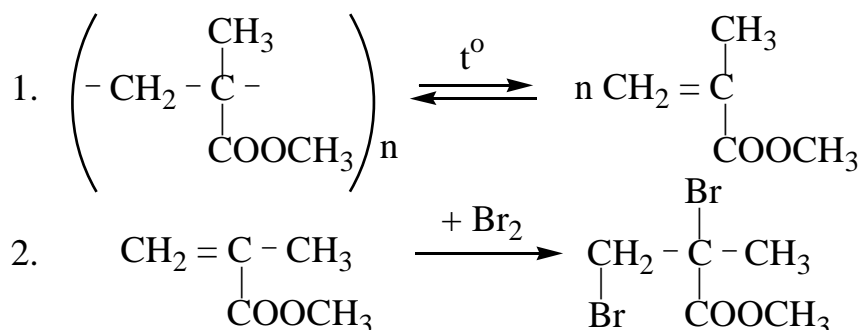
#### **Химизм процесса:**



**Опыт №2. Демонстрация деполимеризации полиметилметакрилата и доказательство неопределенности мономера.**

В пробирку поместите небольшое количество полимера. Закрепите пробирку почти горизонтально, с небольшим наклоном вниз. Осторожно нагрейте. Вторую пробирку с 3–4 каплями бромной воды поднесите к отверстию первой пробирки. Пары выделяющегося мономера взаимодействуют с бромной водой, при встряхивании пробирки наблюдается обесцвечивание бромной воды.

**Химизм процесса:**



Реакция бромирования используется в лабораторной практике для определения содержания остаточного мономера в полимере.

**4. Пример задания итогового контроля:**

1. Напишите схему реакции получения полибутилметакрилата. Укажите мономер, условия и механизм реакции полимеризации.
2. Дайте определение понятиям: сополиконденсация, нестереорегулярные полимеры (на примере структуры полиэтилметакрилата).
3. Напишите схему реакции полимеризации бутилакрилата. Опишите механизм радикальной полимеризации по стадиям с участием инициаторов.

## **II. Работа на занятии.**

1. Лабораторная работа – 25 мин.
2. Разбор материала и решение ситуационных задач – 40 мин.
3. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
4. Подведение итогов и задание к следующему занятию – 5 мин.

## **ЗАНЯТИЕ №19**

**ТЕМА: Биополимеры и их структурные компоненты.**

**ЦЕЛЬ:** Сформировать знания строения природных биологически значимых полимеров, изучения структуры и механизмов функционирования биологически активных молекул полимедов с позиций органической химии; факторов, влияющих на термодинамическую устойчивость органических молекул, принципов синтеза и самоорганизации (*in vitro* и *in vivo*) биологических макромолекул.

### **I. Самоподготовка к занятию.**

#### **1. Изучить программный материал по вопросам для самоподготовки:**

- 1.1. Высокомолекулярные соединения. Типы высокомолекулярных соединений (биополимеры, синтетические, модифицированные). Полимеры, мономеры, сополимеры.
- 1.2. Биополимеры: углеводы полисахариды, пептиды, белки, нуклеиновые кислоты.
- 1.3. Методики изучения структуры и механизмов функционирования биологически активных молекул с позиций органической химии.
- 1.4. Принципы синтеза и самоорганизации (*in vitro* и *in vivo*) биологических макромолекул.
- 1.5. Смешанные биополимеры: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды, принци организации структуры.
- 1.6. Биополимеры и их биосовместимость с синтетическими полимерами, которые применяются в стоматологии.

**Литература:** [1], [2], [5], [11]. Лекционный материал.

**Таблицы в приложении:** [1]- [18].

#### **2. Проверить усвоение программного материала по вопросам для контроля самоподготовки:**

- 2.1. Дать определение понятию «высокомолекулярные соединения». Типы высокомолекулярных соединений - биополимеры, синтетические, модифицированные, привести примеры структуры.



- 2.2. Привести примеры биополимеров и их биосовместимости с синтетическими полимерами, которые применяются в стоматологии.
- 2.3. Какие аминокислоты преобладают в первичной структуре белка коллагена?
- 2.4. Особенности первичной и вторичной структуры полисахаридов на примере крахмала и целлюлозы.
- 2.5. Понятие о смешанных биополимерах: протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды. Принцип организации их структуры.
- 2.6. Пептиды. Отдельные представители пептидов: аспартам, глутатион, нейропептиды, инсулин.
- 2.7. В чём особенности первичной, вторичной и третичной структур биополимера белка?
- 2.8. Описать структурные особенности гемоглобина и гема.
- 2.9. Описать нуклеотидный состав ДНК и РНК и объяснить в чём различия уровней организации этих биополимеров.
- 2.10. Какие комплексы биополимеров входят в составе клеточных мембран?

### **3. Пример задания итогового контроля:**

1. Перечислите природные высокомолекулярные соединения и назовите их мономеры.
2. Биополимер белок – это карбоцепной или гетероцепной полимер? Привести структурную формулу его фрагмента.
3. Чем отличается полимеризация от поликонденсации? Приведите схемы реакций для этих процессов.

### **II. Работа на занятии.**

1. Разбор материала и решение ситуационных задач – 65 мин.
2. Контроль усвоения программного материала (возможен тестовый контроль) – 20 мин.
3. Подведение итогов занятия – 5 мин.

**ТЕСТЫ ПО ВСЕМ ТЕМАМ**  
**1 курс стоматологический факультет**

**1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ**

1. По строению углеводородного скелета пиррол является соединением:
- 1. ациклическим;
  - 2. карбоциклическим;
  - + 3. гетероциклическим;
  - 4. насыщенным;
  - 5. гетерофункциональным.
2. По строению углеродного скелета 2-изопропил-5-метилциклогексанол является соединением:
- + 1. карбоциклическим;
  - 2. гетероциклическим;
  - 3. непредельным;
  - 4. ароматическим;
  - 5. гомоциклическим.
3. По функциональным группам пропантриол-1,2,3 является соединением:
- 1. монофункциональным;
  - 2. ароматическим;
  - 3. непредельным;
  - + 4. полифункциональным;
  - 5. гетерофункциональным.
4. Число функциональных групп у анестезина (этиловый эфир п-аминобензойной кислоты):
- 1. 0;
  - + 2. 2;
  - 3. 3;
  - 4. 1;
  - 5. 4.
5. Число функциональных групп у норадреналина (2-амино-1-[3', 4'-дигидроксифенил] этанол):
- 1. 3;
  - + 2. 4;
  - 3. 2;
  - 4. 1;
  - 5. 5.

6. По функциональным группам 4 - гидрокси - 3 - этоксибензальдегид является соединением:

- 1. монофункциональным;
- 2. полифункциональным;
- 3. сложным эфиром;
- + 4. гетерофункциональным;
- 5. амидом.

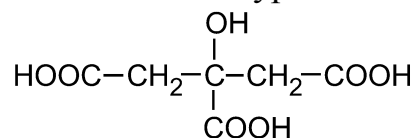
7. В состав 2 - гидрокси - 4 - метилбензойной кислоты входит количество функциональных групп:

- 1. 1;
- + 2. 2;
- 3. 3;
- 4. 4;
- 5. 5.

8. По заместительной номенклатуре соединение фенилэтилкетон называется:

- 1. метиловый эфир бензойной кислоты;
- 2. фенилэтилкетон;
- + 3. 1 – фенилпропанон-1;
- 4. метилбензоат;
- 5. бензилэтилкетон.

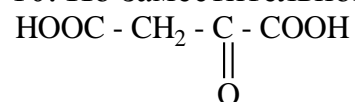
9. По заместительной номенклатуре соединение



называется:

- + 1. 3 – гидрокси – 3 – карбоксипентандиовая кислота;
- 2. 3 – гидрокси – 3 – формилпентандиовая кислота;
- 3. лимонная кислота;
- 4. 3 – оксопентандиовая – 1,5 – кислота;
- 5. 3,5 – диоксопентановая кислота.

10. По заместительной номенклатуре соединение



называется:

- 1. 2 - формилбутандикарбоновая кислота;
- 2. 2 - оксоэтандиовая кислота;
- 3. 2 - оксобутановая кислота;

- 4.1,4 - дигидроксибутанон - 2;
- + 5. 2 - оксобутандиовая - 1,4 кислота.

## **2.ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В ОРГАНИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЕ**

11. Атомов углерода  $sp^2$  – гибридных нет в составе:

- + 1. глицерина;
- 2. пропановой кислоты;
- 3. бутена;
- 4. фенола;
- 5. анилина.

12. Атомы углерода все  $sp^2$  – гибридные в составе:

- 1. этанола;
- 2. пропана;
- 3. бутена;
- +4. фенола;
- 5. ацетона.

13. Атомов кислорода  $sp^2$  – гибридных нет в составе:

- + 1. глицерина;
- 2. пропановой кислоты;
- 3. бутанона-2;
- 4. фенола;
- 5. анилина.

14. Все атомы  $sp^2$  – гибридные в составе:

- 1. пропанона;
- 2. пропановой кислоты;
- 3. бутена;
- +4. фенола;
- 5. метиламина.

15. Пиррольные гетероатомы входят в состав следующих соединений:

- + 1. анилин;
- 2. этанол;
- 3. метаналь;
- 4. бензальдегид;
- 5. 3-метилбутанамин-1.

16.  $\pi$ - $\pi$  – Сопряжение есть в структуре:

- 1. циклогексана;
- + 2. пентадиена – 1,3

- 3. пентадиена – 1,4
- 4. пропаналя;
- 5. пропановой кислоты.

17. p-π – Сопряжение есть в структуре:

- 1. пропеналя;
- + 2. фенола;
- 3. этиленгликоля;
- 4. пиридина;
- 5. пропен-2-аля.

18. Ароматическими являются следующие соединения:

- 1. циклогексан;
- 2. циклопентен;
- 3. циклопентан;
- + 4. пиррол;
- 5. циклогексен.

19. Не имеют ароматического строения следующие соединения:

- 1. пиридин;
- 2. бензол;
- 3. антрацен;
- + 4. циклопентадиен-1,3
- 5. фуран.

20. Имеют сопряжённую систему с открытой цепью:

- 1. пропантриол, 1,2,3;
- + 2. пропеновая кислоты;
- 3. бутен, 1;
- 4. фенол;
- 5. циклогексен.

21. Имеют сопряжённую систему с замкнутой цепью:

- + 1. бензол;
- 2. этановая кислоты;
- 3. циклогекса;
- 4. глицерин;
- 5. лимонная кислота.

22. Все только σ-связи в молекуле имеют:

- 1. молочная кислота;
- 2. аспирин;
- + 3. этанол;

- 4. этанамид;
- 5. анилина.

23. У функциональной группы есть отрицательный мезомерный эффект в соединениях:

- 1. пропанол;
- 2. глицерин;
- 3. ацетон;
- + 4. бутен-2-аль-1;
- 5. 4-метиланилин.

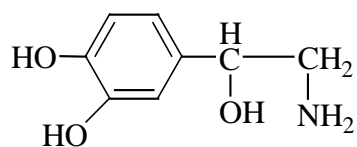
24. У функциональной группы есть только отрицательный индуктивный эффект в соединениях:

- 1. фенол;
- 2. анилин;
- + 3. уксусная кислота;
- 4. этандиовая кислота;
- 5. метилфенилкетон.

25. Все функциональные группы являются электроноакцепторными в соединениях:

- + 1. 2-аминоэтанол-1;
- 2. 2-гидроксибензойная кислота;
- 3. 4-аминобензолсульфоновая кислота.
- 4. 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид;
- 5. фенол.

26. В соединении:



Электронодонорами являются следующие функциональные группы:

- 1. аминогруппа;
- 2. гидроксильная спиртовая группа;
- + 3. гидроксильные фенольные группы;
- 4. бензольное кольцо и аминогруппа;
- 5. все гидроксильные группы.

### 3. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ И СТЕРЕОИЗОМЕРИЯ

27. Проекционные формулы Ньюмена записывают, чтобы показать различия:

- 1. в химическом строении соединений;

- + 2. в конформациях молекулы;
- 3. в структурных изомерах;
- 4. в конфигурационном строении энантиомеров;
- 5. в строении E и Z  $\pi$  – диастереомеров.

28. Энергия пропанола–1 в анти-конформации наименьшая, потому что:

- 1. меньше угловое напряжение;
- 2. изменилась конфигурация;
- + 3. уменьшилось Ван-дер-Ваальсово отталкивание;
- 4. стало меньше торсионное напряжение;
- 5. изменилось химическое строение.

29. Энергия 2–хлорбутана в заслоненной конформации больше, чем в скошенной, т.к. в заслоненной конформации:

- 1. у молекулы другая конфигурация;
- 2. больше торсионное напряжение;
- 3. у молекулы другое электронное строение;
- 4. больше угловое напряжение;
- + 5. увеличивается Ван-дер-Ваальсово отталкивание.

30. Конформации 1–хлор–пропана с торсионным углом  $60^\circ$  и  $300^\circ$  являются вырожденными, т.к. в этих конформациях у молекулы:

- 1. одинаковая конфигурация;
- 2. одинаковое химическое строение;
- 3. разное конформационное строение;
- 4. разная энергия;
- + 5. одинаковая энергия.

31. Молекула 1,2 – диметилциклогексана имеет максимальный запас энергии, если в конформации кресла:

- 1. Оба метильных заместителя на экваториальных связях;
- + 2. Оба метильных заместителя на аксиальных связях;
- 3. Один из двух заместителей на аксиальной связи;
- 4. Один из двух заместителей на экваториальной связи;
- 5. Один заместитель на аксиальной, второй на экваториальной связи.

32. Хиральными молекулами являются, если:

- 1. молекула симметричная;
- + 2. у молекулы есть хиральный атом углерода;
- 3. у молекулы нет хирального атома углерода;
- 4. у молекулы все атомы углерода  $sp^3$  – гибридные;
- 5. у молекулы все атомы  $sp^2$  -гибридные.

33. Хиральными молекулами являются:

- + 1. D – глюкоза;
- 2. аспирин;
- 3. 2 – аминокэтанол;
- 4. этановая кислота);
- 5. пиррол.

34. Рацемат это:

- 1. смесь  $\sigma$ -диастериомеров;
- + 2. эквимольная смесь энантиомеров;
- 3. смесь энантиомеров и диастериомеров;
- 4. эквимольная смесь  $\pi$ -диастериомеров;
- 5. смесь  $\pi$ - и  $\sigma$ - диастериомеров.

35. 2-аминопропановая кислота имеет следующее количество стереоизомеров:

- 1. 1;
- + 2. 2;
- 3. 3;
- 4. 4;
- 5. 5

36. 2, 3, 4-тригидроксипропановой кислоте соответствует следующее количество стереоизомеров:

- 1. 1;
- 2. 2;
- 3. 3;
- + 4. 4;
- 5. нет стереоизомеров.

37. Молекулы с одним центром хиральности имеют:

- 1. только структурные изомеры;
- + 2. только пару энантиомеров;
- 3. только диастериомеры;
- 4. только  $\pi$ - диастериомеры;
- 5. смесь  $\sigma$ - диастериомеров.

38. Молекулы с двумя и более центрами хиральности имеют:

- 1. только  $\sigma$ - диастериомеры;
- 2. только смесь энантиомеров;
- 3. смесь структурных изомеров;
- 4. только  $\pi$ - диастериомеры;
- + 5. энантиомеры и  $\sigma$ - диастериомеры.



39. π-Диастериомерия встречается у:

- 1. насыщенных соединений;
- + 2. ненасыщенных соединений;
- 3. ароматических соединений;
- 4. только у циклических соединений;
- 5. полифункциональных соединений.

40. Мезоформа появляется когда:

- 1. один центр хиральности и есть плоскость симметрии ;
- + 2. несколько центров хиральности и есть плоскость симметрии;
- 3. есть оптически активные диастериомеры;
- 4. есть плоскость симметрии и оптическая активность;
- 5. есть несколько центров хиральности и оптическая активность.

41. Стереохимическая номенклатура D- и L-:

- 1. абсолютная;
- 2. структурная;
- 3. конформационная;
- + 4. относительная;
- 5. смешенная.

#### **4. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ УГЛЕВОДОРОДОВ.**

42. Гомолитическое расщепление химических связей характерно для следующих соединений:

- 1. HCl;
- 2. NaCl;
- + 3. CH<sub>4</sub>;
- 4. NaOH;
- 5. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

43. Гетеролитическое расщепление химических связей возможно для следующих соединений:

- 1. 2-метилпропан;
- 2. этан;
- + 3. этанол;
- 4. бензол;
- 5. Br<sub>2</sub>.

44. Нуклеофильными реагентами являются:

- 1. альдегиды;
- + 2. C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NH<sub>2</sub>;

- 3. ион аммония;
- 4.  $\text{CH}_4$ ;
- 5.  $\text{C}_2\text{H}_5$ .

45. Электрофильными реагентами являются:

- 1.  $\text{NH}_3$ ;
- + 2.  $\text{Br}^\oplus$ ;
- 3. метилбензол;
- 4.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;
- 5. этаналь.

46. В качестве электрофильного субстрата могут выступать следующие соединения:

- + 1. этановая кислота;
- 2. пропен;
- 3. метанамин;
- 4. хлороводородная кислота;
- 5. пропан.

47. Наиболее устойчивым среди представленных карбокатионов является:

- 1.  $\text{CH}_3^\oplus$ ;
- 2.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$ ;
- 3.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ;
- + 4.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\oplus}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ;
- 5.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}_2-\text{CH}_2$ .

48. Наиболее устойчивым среди представленных свободных радикалов является:

- 1.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\bullet}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ;
- 2.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\bullet}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$ ;
- 3.  $\overset{\bullet}{\text{C}}\text{H}_3$ ;
- 4.  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\bullet}{\text{C}}\text{H}_2$ ;
- + 5.  $\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\bullet}{\text{C}}\text{H}_2$ .

49. Для алканов характерны следующие реакции:

- 1.  $\text{A}_\text{E}$ ;
- 2.  $\text{A}_\text{N}$ ;

- 3. S<sub>N</sub>;
- + 4. S<sub>R</sub>;
- 5. S<sub>E</sub>.

50. Для протекания реакции хлорирования бутана необходимы следующие условия:

- 1. комнатная температура;
- + 2. воздействие ультрафиолетового излучения (hν);
- 3. охлаждение;
- 4. катализатор FeCl<sub>3</sub>;
- 5. кислотный катализатор.

51. Для алканов характерно в реакциях расщепление связей:

- 1. гетеролитическое;
- + 2. гомолитическое;
- 3. ионное;
- 4. симметричное;
- 5. несимметричное.

52. Реакция хлорирования протекает по механизму радикального замещения при воздействии ультрафиолетового излучения со следующими соединениями:

- + 1. циклогексан;
- 2. этеном;
- 3. бензол;
- 4. ацетилен;
- 5. бутadiен-1,3

53. Для алкенов характерны реакции, протекающие по следующим механизмам:

- + 1. A<sub>E</sub>;
- 2. A<sub>N</sub>;
- 3. S<sub>E</sub>;
- 4. S<sub>N</sub>;
- 5. S<sub>R</sub>.

54. Для проведения реакции взаимодействия циклогексена с бромом необходимо создать следующие условия:

- 1. нагревание выше 100°C;
- 2. воздействие ультрафиолетовым излучением;
- 3. pH < 7;
- 4. использование кислот Льюиса (FeBr<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>);
- + 5. специальных условий не требуется.

55. Продуктом взаимодействия бутена-1 и HBr является:

- 1. 1-бромбутан;
- + 2. 2-бромбутан;
- 3. бутан;
- 4. бутadiен-1,3;
- 5. 1,2-дибромбутан.

56. Для проведения реакции гидратации пропена необходимо создание следующих условий:

- 1. безводная среда;
- 2. ультрафиолетовое излучение;
- + 3. кислотный катализатор;
- 4. катализатор  $FeCl_3$ ;
- 5. специальных условий не требуется.

57. Продуктом реакции гидратации пропен-2-оля является:

- 1. 2-гидроксипропаналь;
- 2. пропановая кислота;
- 3. ацеталь;
- + 4. 3-гидроксипропаналь;
- 5. 2,3-дигидроксипропаналь.

58. Продуктом гидратации алкенов является:

- 1. карбоновая кислота;
- + 2. одноатомный спирт;
- 3. альдегид;
- 4. алкан;
- 5. простой эфир.

59. Продуктом реакции гидратации 3-карбокспентен-2-диовой кислоты, протекающей по правилу Марковникова *in vivo* является:

- 1. фенол;
- 2. изолимонная кислота;
- + 3. 3-гидрокси-3-карбокспентандиовая кислота;
- 4. ацетоуксусная кислота;
- 5. 2-гидрокси-3-карбокспентандиовая кислота.

60. Для бензола характерны реакции, протекающие по следующим механизмам:

- 1.  $A_N$ ;
- 2.  $A_E$ ;
- 3.  $S_N$ ;

- + 4. S<sub>E</sub>;
- 5. S<sub>R</sub>.

61. Для проведения реакции метилирования бензола необходимы следующие условия:

- 1. кислотный катализатор;
- 2. концентрированная щелочь (NaOH, KOH);
- 3. высокое давление;
- 4. ультрафиолетовое излучение;
- + 5. катализатор FeCl<sub>3</sub>.

62. Продуктом бромирования фенола является:

- 1. 2-бромфенол;
- 2. 3-бромфенол;
- 3. 4-бромфенол;
- 4. 3,3-дибромфенол;
- + 5. 2,4,6-трибромфенол.

63. Продуктом мононитрования бензальдегида является:

- 1. 2-нитробензальдегид;
- + 2. 3-нитробензальдегид;
- 3. 4-нитробензальдегид;
- 4. 3,3-динитробензальдегид;
- 5. 2,4,6-тринитробензальдегид.

64. Продуктом монометилирования бензойной кислоты является:

- 1. 2-метилбензойная кислота;
- + 2. 3-метилбензойная кислота;
- 3. 4-метилбензойная кислота;
- 4. 2,4,6-триметилбензойная кислота;
- 5. 3,5-диметилбензойная кислота.

## **5. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СПИРТОВ, ФЕНОЛОВ, ТИОЛОВ, АМИНОВ. КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.**

65. Кислотными реакционными центрами являются:

- 1. нуклеофилы;
- 2. элемент и электроны;
- + 3. элемент связанный с протоном;
- 4. элемент связанный с углеродом;
- 5. элемент связанный с серой.

66. Кислотный реакционный центр имеют функциональные группы:

- 1. сложных эфиров;
- 2. кетонов;
- + 3. сульфоновых кислот;
- 4. галогенпроизводных;
- 5. простых эфиров.

67. Основными реакционными центрами являются:

- 1. алканы;
- 2. электрофилы;
- 3. катионы;
- + 4. анионы;
- 5. циклоалканы.

68. Основной реакционный центр на атоме кислорода имеют:

- 1. тиолы;
- + 2. спирты;
- 3. нитрилов;
- 4. галогенопроизводные углеводородов;
- 5. амины.

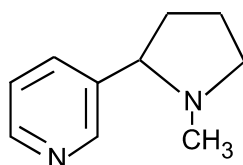
69. Электрофильными частицами являются:

- 1. карбоанионы;
- 2. свободные радикалы;
- + 3. карбокатины;
- 4. анионы;
- 5. заместители.

70. Нуклеофилами являются:

- 1. катионы;
- + 2. амины;
- 3. алканы;
- 4. карбокатионы;
- 5. Циклоалканы.

71. Наиболее сильным основным центром молекулы никотина является:



- 1.  $\pi$ -электронная система шестичленного цикла;
- + 2.  $sp^3$ -гибридный атом азота;
- 3.  $sp^2$ -гибридный атом азота;

- 4. атом азота с пиридиновым строением;
- 5. метильный радикал.

72. Наиболее сильным кислотным центром молекулы 4-гидроксипентанкарбоновой кислоты является:

- + 1. гидроксильная группа с пирирольным строением кислорода;
- 2. гидроксильная группа с  $sp^3$ -гибридным кислородом;
- 3. N–H кислотный центр;
- 4. CН–кислотный центр у второго атома углерода;
- 5. SH–кислотный центр.

73. Наиболее сильные кислотные свойства у соединения:

- 1. уксусная кислота;
- 2. пропановая кислота;
- 3. 2-метилпропановая кислота;
- + 4. 2,2,2-трихлорэтановая кислота;
- 5. 2-аминопропановая кислота.

74. Самой слабой кислотой является:

- + 1. этанамин;
- 2. этанол;
- 3. фенол;
- 4. этановая кислота;
- 5. этантиол.

75. Самым сильным основанием является:

- 1. 2-аминоэтанол;
- 2. этанамин;
- 3. метиламин;
- + 4. диметиламин;
- 5. пиридин.

76. Этиловый спирт (этанол) является:

- 1. вторичным;
- + 2. одноатомным;
- 3. многоатомным;
- 4. непредельным;
- 5. полифункциональным.

77. Трет.-бутиловый спирт (2-метилпропанол-2) является:

- + 1. одноатомным;
- 2. многоатомным;
- 3. первичным;

- 4. вторичным;
- 5. ненасыщенным.

78. Аллиловый спирт (пропен-2-ол-1) является:

- 1. третичным;
- 2. вторичным;
- + 3. одноатомным;
- 4. многоатомным;
- 5. насыщенным.

79. Глицерин является:

- 1. одноатомным спиртом;
- 2. двухатомным фенолом;
- 3. одноатомным вторичным спиртом;
- + 4. многоатомным вицинальным спиртом;
- 5. многоатомным геминальным спиртом.

80. Гидрохинону соответствует систематическое название:

- 1. фенилметанол;
- 2. циклогексанол;
- 3. 2-изопропил-5-метилциклогексанол-1;
- 4. 1,2-дигидроксибензол;
- + 5. 1,4-дигидроксибензол.

81. Диэтиловому эфиру соответствует систематическое название:

- 1. этантиол;
- 2. 2,3-димеркаптопропанол-1;
- + 3. этоксиэтан;
- 4. 1,2,3-тригидроксибензол;
- 5. этоксибензол.

82. Метилтиоэтану соответствует информация:

- + 1. функциональное производное тиолов- сульфид;
- 2. относится к сульфокислотам;
- 3. легко растворим в воде;
- 4. не окисляется по гетероатому;
- 5. проявляет кислотные свойства.

83. Вторичным спиртом является:

- + 1. пентанол-3;
- 2. этанол;
- 3. 2-метилбутанол-2;
- 4. бензиловый спирт;



- 5. пропанол.

84. Третичным спиртом является:

- 1. 1,2,3-тригидроксибензол;
- + 2. 3-метилпентанол-3;
- 3. пропанол-2;
- 4. этиловый спирт;
- 5. бензиловый спирт.

85. Первичными спиртами являются:

- 1. метиловый спирт;
- + 2. бензиловый спирт;
- 3. бутанол-2;
- 4. изопропиловый спирт;
- 5. циклогексиловый спирт.

86. Атомы кислорода являются  $sp^3$ -гибридными в составе:

- 1. резорцина;
- 2. фенола;
- 3. ацетона;
- 4. винилового спирта;
- + 5. этиленгликоля.

87. Атом кислорода является  $sp^2$ -гибридными в составе:

- + 1.  $\beta$ -нафтола;
- 2. циклогексанола;
- 3. этанола;
- 4. 2-метилбутанола;
- 5. пропанола.

88. Только пиррольные атомы кислорода входят в состав:

- + 1. фенола;
- 2. этановой кислоты;
- 3. ментола;
- 4. этоксиэтана;
- 5. пропанона.

89. В молекуле пропанола-1 присутствуют реакционные центры:

- + 1. ОН-кислотный;
- + 2. основной;
- + 3. СН-кислотный;
- + 4. электрофильный;
- + 5. нуклеофильный.

90. В молекуле  $\beta$ -нафтола присутствуют реакционные центры:

- + 1. OH-кислотный;
- 2. SH-кислотный;
- 3. электрофильный;
- 4. NH-кислотный;
- 5. CN-кислотный.

91. В молекуле этантиола присутствуют реакционные центры:

- 1. OH-кислотный;
- + 2. SH-кислотный;
- 3. электрофильный;
- + 4. нуклеофильный;
- 5. CN-кислотный.

92. Нуклеофильные свойства гетероатомов наиболее сильные у:

- + 1. метилтиола;
- 2. этанола;
- 3. метиламина;
- 4. циклогексанола;
- 5. бензоламина.

93. По нуклеофильному центру спиртов протекают реакции:

- 1. с галогеноводородами;
- 2. с основаниями;
- + 3. с функциональными производными карбоновых кислот;
- 4. с аминами;
- 5. с алкенами.

94. Основные свойства наиболее сильно выражены у следующего из перечисленных соединений:

- 1. ментол (2-изопропил-5-метилциклогесанол);
- 2. тимол (2-изопропил-5-метилфенол);
- + 3. этилпропиловый эфир (этоксипропан);
- 4. метилизобутилсульфид (1-метилтио-2-метилпропан);
- 5. 2-метил-пентанол-2.

95. OH-кислотные свойства возрастают слева направо в ряду:

- 1. фенол  $\rightarrow$  бензиловый спирт  $\rightarrow$  этанол;
- 2. глицерин  $\rightarrow$  изопропиловый спирт  $\rightarrow$  резорцин;
- 3. пирогаллол  $\rightarrow$  этиленгликоль  $\rightarrow$  трет.-бутиловый спирт;
- + 4. метанол  $\rightarrow$  глицерин  $\rightarrow$  гидрохинон;
- 5. этантиол  $\rightarrow$  пропанол  $\rightarrow$  резорцин.

96. По основному центру диэтилового эфира идут реакции:

- + 1. с кислотами;
- 2. с основаниями;
- 3. с электрофильными субстратами;
- 4. восстановления;
- 5. окисления.

97. Растворяют гидроксид меди (II) с образованием комплекса синего цвета спирты:

- 1. этанол;
- 2. бензиловый спирт;
- 3. пропантиолом;
- + 4. пропантриол-1,2,3;
- 5. пропанолом.

98. Растворение осадка гидроксида меди (II) с образованием синего раствора комплексной соли является качественной реакцией на:

- 1. непредельные углеводороды;
- 2. галогенопроизводные углеводородов;
- 3. одноатомные спирты;
- + 4. многоатомные вицинальные спирты;
- 5. фенолы.

99. Фенолы растворяются в:

- 1. воде;
- 2. насыщенном растворе NaCl;
- 3. кислотах;
- 4. насыщенном растворе NaHCO<sub>3</sub>;
- + 5. щелочах.

100. По электрофильному центру спиртов протекают реакции:

- 1. A<sub>N</sub>;
- + 2. S<sub>N1</sub>, S<sub>N2</sub>;
- 3. A<sub>N-E</sub>;
- 4. S<sub>R</sub>;
- 5. A<sub>E</sub>.

101. В реакциях нуклеофильного замещения (S<sub>N</sub>) молекула спирта может выступать в качестве:

- + 1. нуклеофильного реагента;
- 2. электрофильного реагента;
- 3. радикального реагента;

- 4. окислителя;  
- 5. субстрата с нуклеофильным центром.  
102. Реакция замещения бимолекулярного ( $S_{N2}$ ) наиболее характерна для спирта:

- 1. гексанола-3;
- 2. 2-метилциклогексанола-1;
- + 3. метанола;
- 4. 2-метилпропанола-2;
- 5. бензилового спирта.

103. Реакция замещения мономолекулярного ( $S_{N1}$ ) протекает с максимальной скоростью у спиртов:

- 1. неогексилового;
- 2. пропилового;
- 3. трет.-бутилового;
- + 4. бензилового;
- 5. изопрпилового.

104. Стереоспецифичными являются реакции, протекающие при хиральных электрофильных центрах спиртов-субстратов по механизму:

- 1.  $S_{N1}$ ;
- + 2.  $S_{N2}$ ;
- 3.  $A_N$ ;
- 4.  $A_{N-E}$ ;
- 5.  $A_E$ .

105. Кислотный катализ в реакциях  $S_N$ , протекающих по электрофильному центру спиртов, приводит к:

- 1. увеличению растворимости спиртов;
- 2. образованию изомеров;
- 3. стабилизации субстрата;
- + 4. увеличению силы электрофильного центра;
- 5. образованию карбоаниона.

106. Реакции элиминирования протекают с максимальной скоростью среди перечисленных у:

- 1. неоамилового спирта;
- 2. бутанола-1;
- 3. бутанола-2;
- + 4. трет.-бутилового спирта;
- 5. изопрпилового спирта.

107. По правилу Зайцева протекает элиминирование (E) у спиртов:

- 1. пропанола-2;
- 2. 2-метилпропанола-2;
- 3. бутанола-1;
- + 4. бутанола-2;
- 5. этанола.

108. С наиболее высокой скоростью протекает реакция  $S_E$  в соединении:

- 1. бензол;
- 2. нафталин;
- + 3. фенол;
- 4. хлорбензол;
- 5. толуол.

109. Реакция O-ацетилирования фенола приводит к образованию:

- 1. 2'-гидроксиацетофенона;
- 2. 4'-гидроксиацетофенона;
- + 3. фенилацетата;
- 4. 2', 4'-дигидроксиацетофенона;
- 5. пара-толилацетата.

## **6. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ.**

110. Реакционными центрами альдегидов являются:

- + 1. электрофильный, основной,  $\alpha$ -СН-кислотный;
- 2. только нуклеофильный и основной;
- 3. только нуклеофильный, основной и кислотный;
- 4. только электрофильный и нуклеофильный;
- 5. только основной и  $\alpha$ -СН-кислотный.

111. У ароматических альдегидов, оксогруппа которых непосредственно связана с бензольным кольцом, отсутствует следующий реакционный центр:

- 1. электрофильный;
- 2. электрофильный и основной;
- 3.  $\alpha$ -СН-кислотный и основной;
- + 4.  $\alpha$ -СН-кислотный;
- 5. основной.

112. Циклогексанон является:

- 1. ароматическим альдегидом;
- 2. ароматическим кетоном;
- 3. гетероциклическим кетоном;
- 4. алифатическим альдегидом;

+ 5. карбоциклическим кетоном.

113. Для оксосоединений характерны следующие реакции:

- + 1.  $A_N, A_N-E$ ;
- 2. элиминирования;
- 3. замещения электрофильного;
- 4. реакции перегруппировки ;
- 5. нуклеофильного замещения.

144. Реакционная способность альдегидов в реакциях окисления:

- 1. меньше, чем у кетонов;
- 2. одинаковая с кетонами;
- + 3. высокая;
- 4. не характерна для альдегидов;
- 5. зависит от растворимости.

115. Наиболее реакционноспособным соединением в реакциях  $A_N$  является:

- 1. этаналь;
- + 2. хлораль;
- 3. пентанон;
- 4. 3-метилбутаналь;
- 5. пропанон.

116. Роль кислотного катализа в реакциях  $A_N$  заключается в:

- 1. снижении активности основного центра;
- 2. устранении пространственных препятствий;
- + 3. увеличении активности электрофильного центра;
- 4. изменении конфигурации молекулы;
- 5. формировании уходящей группы.

117. Продуктом присоединения воды к альдегиду является:

- 1. кетон;
- 2. сложный эфир;
- 3. вицинальный спирт;
- + 4. геминальный двухатомный спирт;
- 5. полуацеталь.

118. Конечным продуктом реакции взаимодействия этанала и метанола в кислой среде является:

- 1. метилэтанат;
- 2. этилметанат;
- + 3. 1,1-диметоксиэтан;

- 4. 1,1-диэтоксиметан;

- 5. диметилэтанат.

119. В результате гидролиза 1,1-диэтоксипутана образуются следующие конечные продукты:

- 1. этаналь и бутановая кислота;

- 2. уксусная кислота и бутанол;

- 3. этанол и бутанол;

- 4. этаналь и бутанон;

+ 5. этанол и бутаналь.

120. Для синтеза 1,1-диметоксибутана используют следующие соединения:

+ 1. метиловый спирт и бутаналь;

- 2. метаналь и бутанол;

- 3. бутанон и метанол;

- 4. муравьиная кислота и бутанол;

- 5. метановая и бутановая кислоты.

121. Реакции оксосоединений с аминами протекают по механизму:

- 1.  $A_N$ ;

- 2.  $S_N$ ;

- 3. E;

+ 4.  $A_N.E$ ;

- 5.  $A_E$ .

122. Реакции взаимодействия оксосоединения с аминами и их производными используются:

+ 1. в качественном анализе;

- 2. для разложения;

- 3. при получении азотной кислоты;

- 4. для получения газов;

- 5. не имеют применения.

123. Реакции в углеводородном радикале по  $\alpha$ -СН-кислотному центру возможны для следующих оксосоединений:

- 1. бензальдегид;

- 2. пропаналя;

+ 3. пропанона;

- 4. 2,2-диметилбутаналь;

- 5. метанал.

124. Реакции со спиртами альдегидов и кетонов называются:

- 1. окислением;

- 2. солеобразованием;

- 3. восстановлением;
- + 4. ацетализацией;
- 5. растворением.

155. Галоформная реакция (йодоформенная проба) возможна для следующих соединений:

- + 1. ацетон;
- 2. этановая кислота;
- 3. бензальдегид;
- 4. формальдегид;
- 5. пропаналь.

126. Первичные спирты можно получить восстановлением следующих оксосоединений:

- 1. ацетон;
- + 2. пропаналь;
- 3. бензальдегид;
- 4. метилпропилкетон;
- 5. ацетофенон.

127. 3-метилбутанол-2 может быть получен путем восстановления соединения:

- 1. 3-метилбутаналь;
- 2. 3-метилпентаналь;
- + 3. 3-метилбутанон-2;
- 4. 2-метилбутанон-3;
- 5. пентанон-2.

128. Гидроксид меди (II) в щелочном растворе при нагревании не окисляет следующие оксосоединения:

- 1. формальдегид;
- 2. пропаналь;
- + 3. ацетон;
- 4. этанол;
- 5. 2-метилбутаналь.

129. При окислении бензальдегида реактивом Толленса образуются:

- 1. бензиловый спирт и красно-оранжевый осадок;
- + 2. бензойная кислота и «серебряное зеркало» или темный осадок;
- 3. бензиловый спирт и «серебряное зеркало»;
- 4. бензол и кирпично-красный осадок;
- 5. бензойная кислота и «медное зеркало» или кирпично-красный осадок.



130. В результате диспропорционирования формальдегида образуются:

- 1. метанол и вода;
- + 2. метанол и метановая кислота;
- 3. муравьиная кислота и вода;
- 4. метанол и водород;
- 5. метанол, метановая кислота, вода и водород.

## **7. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ.**

131. По количеству карбоксильных групп карбоновые кислоты классифицируют на:

- + 1. моно-, ди-, трикарбоновые;
- 2. только дикарбоновые;
- 3. только трикарбоновые;
- 4. алифатические;
- 5. ароматические

132. По характеру углеродного скелета карбоновые кислоты классифицируют на:

- 1. монокрбоновые;
- 2. дикарбоновые;
- 3. трикарбоновые;
- + 4. алифатические;
- 5. конденсированные.

133. Монокрбоновыми алифатическими кислотами являются:

- + 1. этановая;
- 2. этандиовая;
- 3. бензойная;
- 4. бутандиовая;
- 5. фталевая (бензолдикарбоновая-1,2).

134. Монокрбоновой ароматической кислотой является:

- 1. пропановая;
- + 2. бензойная;
- 3. пропандиовая;
- 4. терефталевая (бензолдикарбоновая-1,4);
- 5. капроновая (гексановая).

135. Дикарбоновыми алифатическими кислотами являются:

- 1. масляная (бутановая);
- + 2. щавелевая (этандиовая);
- 3. уксусная (этановая);

- 4. изофталевая (бензолдикарбоновая-1,3);

- 5. фталевая (бензолдикарбоновая-1,2).

136. Функциональными производными карбоновых кислот являются:

- 1. этановая кислота;

- 2. этаноливая кислота;

- 3. этилхлорид;

- 4. этилбромид;

+ 5. этилбензоат.

137. Строению карбоксильной группы соответствует:

+ 1.  $sp^2$ -гибридное состояние атомов углерода и кислорода;

- 2.  $sp^3$ -гибридное состояние всех атомов;

- 3. все атомы кислорода  $sp^2$  пиридиновые;

- 4. отсутствие сопряженной системы;

- 5. по конфигурации группа тетраэдрическая.

138. Карбоксильная группа имеет кислотный реакционный центр:

+ 1. ОН-кислотный;

- 2. NH-кислотный;

- 3.  $\alpha$ -СН-кислотный;

- 4. электрофильный;

- 5. нуклеофильный.

139. Кислотные свойства карбоновых кислот проявляются по реакционному центру:

- 1. основному;

- 2. NH-кислотному;

- 3.  $\alpha$ -СН-кислотному;

- 4. электрофильному;

+ 5. ОН-кислотному.

140. При растворении в воде карбоновой кислоты:

+ 1.  $pH < 7$ ;

- 2. среда нейтральная;

- 3.  $pH > 7$ ;

- 4. среда щелочная;

- 5.  $pH = 7$ .

141. При добавлении гидроксида натрия при комнатной температуре растворяются:

- 1. метилбензоат;

+ 2. бензойная кислота;

- 3. анилин;

- 4. этилэтаноат;
- 5. метилфениловый эфир.

142. Ряду кислот: уксусная  $\rightarrow$  малоновая (пропандикарбоновая)  $\rightarrow$  щавелевая (этандикарбоновая) соответствует последовательность  $pK_a$  по первой ступени диссоциации:

- 1. 1,2  $\rightarrow$  2,86  $\rightarrow$  4,75;
- 2. 1,2  $\rightarrow$  4,75  $\rightarrow$  2,86;
- 3. 2,86  $\rightarrow$  1,2  $\rightarrow$  4,75;
- + 4. 4,75  $\rightarrow$  2,86  $\rightarrow$  1,2;
- 5. 4,75  $\rightarrow$  1,2  $\rightarrow$  2,86.

143. Стабильность карбоксилат-аниона обусловлена наличием в нем:

- 1.  $\pi, \pi$ -сопряжения;
- + 2.  $p, \pi$ -сопряжения;
- 3. положительного заряда;
- 4. локализации отрицательного заряда на одном из атомов;
- 5. циклической сопряженной системы.

144. Функциональные производные карбоновых кислот образуются в результате реакций:

- 1. электрофильного присоединения ( $A_E$ );
- 2. нуклеофильного присоединения ( $A_N$ );
- 3. радикального замещения ( $S_R$ );
- 4. электрофильного замещения ( $S_E$ );
- + 5. нуклеофильного замещения ( $S_N$ ).

155. Образование функциональных производных происходит по реакционному центру карбоновых кислот:

- 1. ОН-кислотному;
- 2.  $\alpha$ -СН-кислотному;
- + 3. электрофильному;
- 4. нуклеофильному;
- 5. на атоме углерода радикала.

146. В результате реакции пропановой кислоты с этиловым спиртом в кислой среде образуется:

- + 1. этиловый эфир пропановой кислоты;
- 2. соль пропановой кислоты;
- 3. ангидрид пропановой кислоты;
- 4. пропанамид;
- 5. пропаноилхлорид.

147. Сложный тиоэфир образуется в результате реакции уксусной кислоты с реагентом:

- 1. спирт/ $H^+$ ,  $t^\circ$ ;
- + 2. алкилтиол/ $H^+$ ,  $t^\circ$ ;
- 3.  $NH_3/t^\circ$ ;
- 4.  $SOCl_2/t^\circ$ ;
- 5.  $PCl_5$ .

148. Одним из продуктов реакции бутановой кислоты с аммиаком при длительном нагревании является:

- 1. этилбутаноат;
- + 2. амид бутановой кислоты;
- 3. бутаноилхлорид;
- 4. бутанамин;
- 5. ангидрид бутановой кислоты.

149. Продуктом реакции уксусной кислоты при нагревании в присутствии  $P_2O_5$  является:

- 1. этилэтанат;
- + 2. ангидрид уксусной кислоты;
- 3. ацетамид;
- 4. этаноилхлорид;
- 5. амид уксусной кислоты.

150. Хлорангидрид образуется в результате реакции никотиновой (3-пиридинкарбоновой) кислоты с реагентом:

- 1.  $C_2H_5OH/H^+$ ,  $t^\circ$ ;
- 2.  $NaC^\circ$ ;
- 3.  $NH_3/t^\circ$ ;
- + 4.  $SOCl_2/t^\circ$ ;
- 5.  $HCl$ .

151. Кордиамин – N, N-диэтиламин никотиновой (3-пиридинкарбоновой) кислоты образуется в результате реакции хлорангидрида никотиновой кислоты с реагентом:

- 1. этиловый спирт;
- + 2. диэтиламин;
- 3. никотиновая кислота;
- 4. аммиак;
- 5. тионилхлорид.

152. Гидролиз функциональных производных карбоновых кислот происходит по реакционному центру:

- 1. на атоме углерода радикала;
- 2.  $\alpha$ -СН-кислотному;
- 3. NH-кислотному;
- + 4. электрофильному;
- 5. нуклеофильному.

153. В реакцию кислотного гидролиза с образованием карбоновых кислот вступают:

- 1. соли карбоновых кислот;
- 2. многоатомные спирты;
- 3. простые эфиры;
- + 4. сложные эфиры;
- 5. амины.

154. В реакцию кислотного гидролиза с образованием соответствующих карбоновых кислот вступают:

- 1. этилхлорид;
- 2. пропилахлорид;
- 3. бензоламин;
- + 4. этилпропаноат;
- 5. этоксипропан.

155. Реакция этерификации карбоновых кислот и их функциональных производных происходит при взаимодействии с:

- 1. аминами;
- + 2. спиртами;
- 3. основаниями;
- 4. альдегидами;
- 5. карбоновыми кислотами.

156. Максимальной ацилирующей способностью обладает:

- 1. этилэтанат;
- + 2. этаноилхлорид;
- 3. этановая кислота;
- 4. этанамид;
- 5. метилэтанат.

157. Скорость гидролиза максимальная у:

- 1. этанамид;
- 2. пропилаэтаната;
- 3. амида этановой кислоты;
- + 4. уксусного ангидрида;
- 5. пропилового тиоэфира этановой кислоты.

158. Легко декарбоксилируются при нагревании кислоты:

- 1. уксусная (этановая);
- + 2. щавелевая (этандиовая);
- 3. акриловая (пропеновая);
- 4. пропановая;
- 5. бутановая.

159. При действии этанола на пропановую кислоту в присутствии кислоты образуется:

- 1. бромпропан;
- + 2. сложный эфир пропановой кислоты;
- 3. пропанамид;
- 4. пропилпропаноат;
- 5. соль пропановой кислоты.

## **2. БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.**

### **2.1. ПОЛИ- И ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ВАЖНЕЙШИХ ГРУПП ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ**

160. К гетерофункциональным соединениям относят:

- 1. щавелевую кислоту;
- + 2. молочную кислоту;
- 3. глицерин;
- 4. сорбит;
- 5. Фталевую кислоту.

161. К гидроксикарбоновым кислотам относят:

- 1. ацетоуксусную кислоту;
- 2. бензойную кислоту;
- 3. глиоксиловую кислоту;
- 4. уксусную кислоту;
- + 5. лимонную кислоту.

162. Гидроксикарбоновым кислотам соответствует следующая информация:

- + 1. являются гетерофункциональными соединениями;
- 2. многие являются жидкими по агрегатному состоянию;
- + 3. содержат в молекуле карбоксильную группу и спиртовый гидроксил;

- 4. проявляют свойства, которые не зависят от взаимного расположения функциональных групп;
- + 5. в молекуле может быть несколько функциональных групп разных классов соединений;

163. Наиболее сильные кислотные свойства проявляют гидроксикарбоновые кислоты:

- 1. 2-фенилпропановая кислота;
- 2. 3-гидрокси-2-метилпропановая кислота;
- + 3. 2-гидроксибутановая кислота;
- 4. 3-гидрокси-2-изопропилбутановая кислота;
- 5. 4-гидрокси-2-метилбутановая кислота.

164. Практически все гидроксикарбоновые кислоты имеют:

- + 1. разные по силе ОН-кислотные центры;
- + 2. разные по силе электрофильные центры;
- 3.  $\pi$ ,  $\pi$ -сопряженную систему;
- + 4.  $p$ - $\pi$ -сопряженную систему;
- 5. несколько спиртовых гидроксильных групп;

165. Характерными для насыщенных гидроксикарбоновых кислот являются реакции:

- 1. реакции присоединения и деполимеризации;
- + 2. реакции этерификации, дегидратации и окисления;
- 3. реакция полимеризации;
- 4. реакции восстановления и полимеризации;
- + 5. реакция замещения у тетрагонального атома углерода;

166. При нагревании  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот в присутствии серной кислоты происходит:

- 1. образование лактама;
- 2. дегидратация с образованием непредельной карбоновой кислоты;
- 3. декарбоксилирование с образованием спирта;
- + 4. расщепление с образованием альдегида и метановой кислоты;
- 5. полимеризация с удлинением цепи атомов углерода.

167. Образуются лактоны при нагревании:

- 1.  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот;
- + 2.  $\gamma$ -гидроксикарбоновых кислот;
- 3.  $\beta$ -гидроксикарбоновых кислот;
- + 4.  $\delta$ -гидроксикарбоновых кислот;
- 5.  $\gamma$ -оксокарбоновых кислот.

168. Специфической реакцией при нагревании  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот является:

- 1. образование лактама;
- 2. образование лактона;
- + 3. образование лактида;
- 4. образование дикетопиперазина;
- 5. образование сложного эфира.

169. При нагревании  $\beta$ -гидроксикарбоновых кислот, обычно, происходит:

- 1. расщепление с образованием альдегида и муравьиной кислоты;
- + 2. дегидратация с образованием непредельных карбоновых кислот;
- 3. образование циклического сложного эфира лактида;
- 4. образование циклического сложного эфира лактона;
- 5. декарбоксилирование.

170. При нагревании молочной кислоты (2-гидроксипропановой) образуются:

- 1. ангидрид и  $H_2O$ ;
- + 2. лактид и  $H_2O$ ;
- 3. лактам и  $H_2O$ ;
- 4. дикетопиперазин и  $H_2O$ ;
- 5. муравьиная кислота и альдегид;

171. В молекулах гидроксикарбоновых кислот электроноакцепторным влиянием гидроксильной группы в  $\alpha$ -положении на карбоксильную обусловлено усиление реакционных центров:

- 1. всех;
- + 2. электрофильного;
- 3. нуклеофильного;
- + 4. OH-кислотного;
- 5. основного.

172. К оксокарбоновым кислотам относят:

- 1. винную кислоту;
- + 2. пировиноградную кислоту;
- 3. щавелевая кислота;
- 4. салициловую кислоту;
- + 5. щавелевоуксусную кислоту.

173. Оксокарбоновым кислотам соответствует следующая информация:

- 1. содержат гидроксильную и карбоксильную функциональные группы;
- 2. способны образовывать алкены;
- + 3. содержат карбонильную и карбоксильную функциональные группы;



- 4. являются полифункциональными соединениями;
- 5. кислотные свойства не зависят от положения функциональных групп относительно друг друга.

174. Оксокислоты с наиболее сильным  $\alpha$ -СН-кислотным центром это:

- 1. 2-оксопропановая кислота;
- 2. 2-оксопентановая кислота;
- + 3. 3-оксобутановая кислота;
- 4. 4-оксобутановая кислота;
- + 5. 2-оксобутандиовая кислота.

175. Легко декарбоксилируются при нагревании в растворе  $H_2SO_4$ :

- 1. 4-гидроксипентановая кислота;
- + 2. 3-оксобутановая кислота;
- 3. 2-гидросипропановая кислота;
- 4. 3-гидроксипентановая кислота;
- + 5. 2-оксобутандиовая кислота.

176. Реакции ацетоуксусного эфира с бромной водой и хлоридом железа (III) позволяют доказать:

- 1.  $p$ - $\pi$ -сопряжение;
- + 2. кето-енольную таутомерию ацетоуксусного эфира;
- 3.  $\pi$ - $\pi$ -сопряжение в молекуле;
- 4. сложно-эфирную группу;
- 5. лактим-лактамную таутомерию соединения.

177. Производными  $p$ -аминобензойной кислоты являются:

- 1. салициловая кислота;
- + 2. анестезин;
- + 3. новокаин;
- 4. стрептоцид;
- 5. аспирин.

178. Производными салициловой кислоты являются:

- + 1. аспирин;
- 2. ацетат натрия;
- 3. анестезин;
- + 4. фенилсалицилат;
- 5. этазол.

179. Производными сульфаниловой кислоты являются:

- 1. новокаин;
- + 2. этазол;

- + 3. стрептоцид;
- 4. аспирин;
- 5. анестезин.

## **2.2. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТОМАТОЛОГИИ**

180. Высокомолекулярные соединения это:

- 1. вещества мономеры;
- + 2. вещества с высокими значениями молекулярного веса;
- 3. вещества с высокими значениями плотности;
- 4. вещества, имеющие мономерное звено;
- 5. вещества с большим числом разных функциональных групп.

181. Природными высокомолекулярными соединениями являются

- 1. новокаин;
- + 2. биополимеры;
- 3. аминокислоты;
- 4. аспирин;
- 5. анестезин.

182. Полимерами являются соединения, которые состоят из:

- 1. большого числа волокнообразующих элементов;
- 2. большого числа ионов;
- + 3. большого числа мономеров;
- 4. большого числа разнообразных продуктов;
- 5. большого числа разных цепей.

183. Макромолекула полимера, состоящая из повторяющихся составных звеньев и концевых групп, называется

- 1. мономером;
- 2. мономерное звено;
- 3. биополимером;
- 4. полимергомологом;
- + 5. полимерная цепь.

184. Полимеры, построенные из одинаковых элементарных звеньев, называются

- 1. сополимерами;
- + 2. гомополимерами;
- 3. гетерополимерами;
- 4. макрополимерами;

- 5. составными полимерами.

185. Карбоцепными полимерами являются высокомолекулярные соединения, основная цепь которых построена:

- 1. только из атомов одного элемента;
- + 2. только из атомов углерода;
- 3. только из мономеров;
- 4. только из сополимеров;
- 5. только из элементарных звеньев.

186. К гетероцепным органическим полимерам относятся те, у которых:

- 1. в главной цепи много ионов;
- 2. в главной цепи много анионов;
- + 3. в главной цепи много разных элементов;
- 4. в боковой цепи много разных элементов;
- 5. в боковой цепи много азота.

187. По структуре макромолекулы полимеров классифицируют на:

- 1. разветвлённые;
- + 2. регулярные;
- 3. спиралевидные;
- 4. линейные;
- 5. ступенчатые.

188. По расположению в пространстве всех звеньев и заместителей полимеры классифицируют на:

- 1. конфигурационные;
- + 2. стереорегулярные;
- 3. типичные;
- 4. атипичные;
- 5. монотонные.

189. Полимеры, в макромолекулах которых беспорядочно чередуются асимметрические атомы D- или L-конфигурации называются:

- 1. беспорядочными;
- 2. хаотическими;
- + 3. атактическими;
- 4. изотактическими;
- 5. синдиотактическими.

190. Полимеры, переработка которых в изделие сопровождается химическими реакциями отверждения называются:

- 1. преполимерами;

- + 2. реактопластами;
- 3. термопластами;
- 4. монопластами;
- 5. химопластамин.

191. Полимеры классифицируют по способу получения на:

- 1. синтетические;
- + 2. полимеризационные;
- 3. гидролизуемые;
- 4. структурируемые;
- 5. пептизируемые.

192. Гетероцепные полимеры получают чаще всего методом:

- 1. полимеризации;
- 2. синтеза;
- + 3. поликонденсации;
- 4. окислением;
- 5. модифицирования.

193. Механизм реакции цепной полимеризации состоит из основных стадий:

- 1. пяти;
- 2. двух;
- 3. одной;
- + 4. трёх;
- 5. четырёх.

194. Полимеризация – реакция последовательного соединения нескольких молекул мономера, которая:

- 1. протекает с изменением элементарного состава реагирующих веществ;
- + 2. протекает без изменения элементарного состава реагирующих веществ;
- 3. протекает с изменением мономерного состава реагирующих веществ;
- 4. протекает без изменения агрегатного состояния реагирующих веществ;
- 5. протекает без регулирования компонентным состоянием.

195. Присутствующие катализаторы не расходуются в процессе полимеризации и не входят в состав полимера при:

- + 1. ионной полимеризации;
- 2. радикальной полимеризации;
- 3. катионной полимеризации;
- 4. смешанной полимеризации;
- 5. поликонденсации.

196. Катионная полимеризация характерна для мономеров имеющих заместители:

- 1. электроноакцепторные;
- 2. без заместителей;
- + 3. электронодонорные;
- 4. электронодонорные и электроноакцепторные;
- 5. активные заместители.

197. Для анионной полимеризации характерно:

- + 1. у мономеров электроноакцепторные заместители
- 2. у мономеров нет заместителей;
- 3. мономеры с разной конфигурацией;
- 4. у мономеров электронодонорные заместители;
- 5. у мономеров разная растворимость.

198. Активаторами радикальной полимеризации являются:

- 1. углеводы;
- + 2. третичные амины;
- 3. ацетон;
- 4. бензальдегид;
- 5. вторичные спирты.

199. Инициаторами радикальной полимеризации являются:

- 1. полиэтилен;
- 2. этанол;
- + 3. бензоилпероксид;
- 4. этаналь;
- 5. тиофен.

200. Ингибиторами радикальной полимеризации являются:

- 1. дикарбоновые кислоты;
- 2. многоатомные спирты;
- 3. сополимеры;
- 4. аспирин;
- + 5. многоатомные фенолы.

201. Высокмолекулярные мономеры современных композиционных материалов:

- 1. бензоилпероксид;
- 2. виниловый спирт;
- + 3. мономером Боуена;
- 4. акрилат;

- 5. анестезин.

202. Акрилаты, применяемые в стоматологии содержат функциональные группы:

- 1. карбоксильную;
- + 2. сложноэфирную;
- 3. альдегидную;
- 4. кетонную;
- 5. амидную.

203. Мономер изопрен является:

- 1. алканом;
- 2. алкеном;
- 3. ареном;
- + 4. алкадиеном;
- 5. циклоалканом.

204. Полиизопрены имеют в составе элементарного звена:

- 1. гетероатом;
- + 2. двойную связь;
- 3. только сигма связи;
- 4. ионы;
- 5. функциональные группы

205. Натуральный каучук является:

- 1. полиизопреном
- 2. полимером стереонерегулярным;
- 3. транс- полиизопреном;
- 4. цис- ,транс- полиизопреном;
- + 5. цис- полиизопреном.

206. Композиционными пломбировочными материалами являются:

- + 1. бензоилметакриловый эфир;
- 2. многоатомные фенолы;
- 3. поливиниловый спирт;
- 4. трикарбоновые кислоты;
- 5. анестезин.

207. Сложные эфиры метакриловой кислоты применяются как:

- 1. стабилизаторы;
- + 2. сополимеры;
- 3. инициаторы;
- 4. дезактиваторы;

- 5. наполнители.

208. Производные пропеновой кислоты являются:

- 1. активаторами;
- 2. инициаторами;
- 3. метакрилатами;
- + 4. акрилатами;
- 5. радикалами.

209. Аддукт BISGMA получают реакцией взаимодействия:

- 1. каучука с фенолом;
- + 2. 2,2-ди-(4-гидроксифенилпропана) и глицидилметакрилата-2;
- 3. 2,2-ди-(4-гидроксифенилпропана) и этилметакрилата;
- 4. акрилового полимера и глицидилметакрилата;
- 5. метакриловой кислоты и 2,2-ди-(4-гидроксифенилпропана).

210. Производными метакриловой кислоты являются:

- 1. пропилакрилат;
- 2. фенилакрилат;
- + 3. этилметакрилат;
- 4. метакриловая кислота;
- 5. бутилакрилат.

211. Радикальный механизм полимеризации характерен для:

- 1. полисахаридов;
- 2. сложных эфиров щавелевой кислоты;
- 3. биополимеров;
- 4. сложных эфиров фосфорной кислоты;
- + 5. сложных эфиров акриловой.

212. Для радикальных реакций полимеризации необходимы:

- 1. смеси полимеров и наполнители;
- + 2. активаторы, инициаторы и ингибиторы;
- 3. поливиниловый спирт и каучук;
- 4. разные ингибиторы и температура;
- 5. набор активаторов и солей.

213. Радикальный механизм полимеризации характерен для:

- + 1. сложных эфиров метакриловой кислоты;
- 2. сложных эфиров любых карбоновых кислот;
- 3. только винилового спирта;
- 4. каучука;
- 5. только смеси каучука и спирта.

214. Композиционные пломбировочные материалы бывают:

- 1. высокотемпературного отвержения;
- 2. смешенного ионного отвержения;
- 3. только светового отвержения;
- 4. только химического отвержения;
- + 5. химического и светового отверждения.

215. Строение карбоцепного полимера возможно на основе:

- + 1. полиметилакролеина;
- 2. аминокислот;
- 3. глюкопираноз;
- 4. формальдегида;
- 5. смеси аминокислот.

216. Механизм радикальной полимеризации метакриловой кислоты происходит:

- 1. с участием формальдегида;
- 2. с участием смеси мономеров и спиртов;
- + 3. с участием инициатора бензоилпероксида;
- 4. с участием разных ингибиторов;
- 5. с участием наполнителей и смеси инициаторов.

217. Свойства реактопластов меняются в зависимости от:

- + 1. частоты пространственной сетки полимера;
- 2. изменения световой активности;
- 3. формы преобразований в активаторе;
- 4. чередования гетероатомов в наполнителе;
- 5. периодичности нагревания мономера.

218. Активаторы процесса иницирования это:

- 1. разнообразные циклоалканы и соли одновалентных металлов;
- 2. биологически активные аминокислоты, вещества липидной природы;
- + 3. соли многовалентных металлов –  $Fe^{+2}$ ,  $Cr^{+3}$ ,  $Co^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ , третичные ароматические амины, оксокислоты, оксиальдегиды;
- 4. соли одновалентных и многовалентных металлов и различные восстановители;
- 5 третичные ароматические амины и алифатические аминокислоты.

219. Реакция, подтверждающих неопределенность полученных мономеров это

- 1. метилирования;
- 2. восстановления;



- 3. комплексообразования;
- + 4. бромирования;
- 5. ионизации.

220. Строение карбоцепного полимера возможно на основе:

- 1. полиацетала;
- 2. полипептида;
- + 3. полиизобутилена;
- 4. полисиликата;
- 5. полиэтиленоксида.

221. Реактопласты используют как конструкционные материалы так как они:

- 1. меняют сетчатое строение на этапе повторного нагревания;
- + 2. не подвергаются изменению после реакции отвердения при последующем нагревании;
- 3. легко изменяются при тепловом и световом воздействиях;
- 4. не подвергаются изменению только после светового и водного воздействия;
- 5. подвергаются изменению после реакции отвердения при последующем нагревании.

222. Привитыми сополимерами называют разветвлённые сополимеры:

- 1. главная цепь которых состоит из чередования разных элементарных звеньев, а боковые ответвления из других;
- 2. смешанные цепи в которых из звеньев каждого типа образуют достаточно длинные непрерывные последовательности;
- + 3. главная цепь которых состоит из одних элементарных звеньев, а боковые ответвления из других;
- 4. главная и боковая цепь, которых состоит из чередования разных элементарных звеньев без ответвлений;
- 5. главная и смешанные цепи, в которых из звеньев каждого типа образуют непрерывные последовательности.

223. Степень полимеризации – это число (среднее):

- 1. мономеров и полимеров;
- 2. атомов в цепи;
- + 3. повторяющихся звеньев в молекуле;
- 4. функциональных групп в молекуле;
- 5. повторяющихся ионов в молекуле.

224. Полимеры терморективные или реактопласты это:

- 1. полимеры, которые не теряют способность размягчаться при повторном нагревании;
- 2. полимеры, которые распадаются при нагревании и теряют заместители.
- + 3. полимеры, которые теряют способность размягчаться при повторном нагревании и являются необратимыми материалами;
- 4. полимеры, которые размягчаются на свету и при повторном нагревании и являются необратимыми материалами;
- 5. полимеры, которые способны размягчаться при повторном нагревании и являются пластичными материалами.

225. Полимеры на основе акриловых мономеров и олигомеров применяются в ортопедической стоматологии для

- 1. изготовления наполнителей и в качестве материалов для промежуточных операций;
- 2. изготовления оттисков и материалов для наполнителей и базиса протеза;
- + 3. изготовления несъемных протезов и в качестве материалов для базиса протеза;
- 4. изготовления промежуточных систем и в качестве оттискных материалов;
- 5. изготовления пломбировочных материалов и для получения новолаков.

226. Полимеры на основе акриловых мономеров и олигомеров применяются в терапевтической стоматологии в качестве:

- 1. материалов для базиса протеза и наполнителей;
- 2. отдельных материалов для протеза и оттискных систем;
- 3. активаторов при получении сополимеров;
- + 4. самотвердеющих пластмассовых пломбировочных материалов;
- 5. дополнительных защитных материалов.

227. Строение карбоцепного полимера возможно на основе:

- 1. фенолформальдегида;
- 2. аминафенола;
- 3. аминокислот;
- 4. полисахара;
- + 5. полиметилметакрилата.

228. Полимер изотактический это, у которого:

- + 1. в макромолекулах асимметрические атомы углерода имеют либо D-, либо L- конфигурацию;
- 2. в макромолекулах асимметрические атомы углерода имеют чередование D- и L- конфигурации;

- 3. в макромолекулах асимметрические атомы углерода имеют произвольное чередование D– и L– конфигурации;
- 4. в макромолекулах асимметрические атомы углерода имеют смеси D– и L– конфигураций;
- 5. в макромолекулах асимметрические атомы углерода имеют и D– и L– конфигурацию.

229. Полимеры на основе эпоксидных смол обладают:

- 1. низкой адгезией и вязкостью при нагревании;
- 2. невысокой адгезией ко всем полярным и неполярным материалам;
- 3. невысокой адгезией ко всем полярным материалам;
- + 4. высокой адгезией ко всем полярным материалам;
- 5. высокой адгезией ко всем органическим неполярным материалам.

230. Поликонденсация – это процесс образования высокомолекулярного соединения:

- 1. один из быстрых методов перехода к связыванию мономеров;
- 2. при котором идёт чередование стадий механизма с выделением продукта;
- + 3. идущий с выделением простых низкомолекулярных соединений типа  $H_2O$ ,  $HNaL$ ,  $NH_3$ ;
- 4. идущий с накоплением и объединением простых низкомолекулярных соединений  $H_2O$ ,  $HNaL$ ,  $NH_3$ ;
- 5. идущий с потреблением низкомолекулярных соединений типа  $H_2O$ ,  $HNaL$ ,  $NH_3$ .

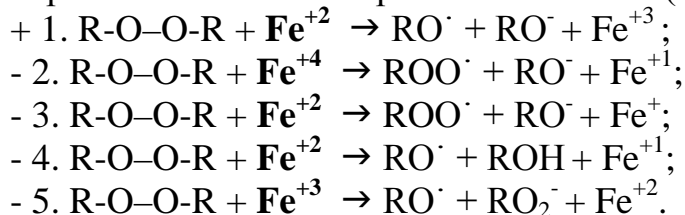
231. Свободно-радикальная полимеризации может инициироваться.

- 1. изменением температурного режима и вводом различных окислителей;
- + 2. высокой температурой, пероксидами, облучением ультрафиолетовым светом или ионизирующим излучением;
- 3. смесью на разных стадиях процесса пероксидов и величиной рН среды;
- 4. сочетанием смены величины рН среды и разными дозами ионизирующего облучения;
- 5. окислителями и последующими высокими температурами в сочетании с ультрафиолетовым светом.

232. Полимеры на основе метакриловой кислоты и её эфиров применяются как:

- 1. инициаторы при завершении деполимеризации;
- 2. профилактические материалы при реставрации;
- 3. в качестве сополимеров при повторных синтезах;
- 4. дополнительные материалы в составе наполнителей к композициям;
- + 5. пломбирочные материалы в составе композиционного материала «Карбодент».

233. Образование свободного радикала в реакции между органическими перекисями и активатором солью железа(II) протекает по схеме:



234. Для обеспечения связывания реставрационного материала с тканями эмали и дентина используются:

- 1. полиэтиленгликольдиметакрилат с восстановителями;
- 2. смеси солей и глутаральдегида;
- + 3. диметакрилат глицерофосфорной кислоты, полиэтиленгликольдиметакрилат, глутаральдегид, параформальдегид;
- 4. диметакрилат глицерофосфорной кислоты в сочетании с аминами;
- 5. щавелеву кислоту, полиэтиленгликольдиметакрилат, глутаральдегид, диметакрилат глицерофосфорной кислоты, параформальдегид.

235. В состав адгезивов – веществ способствующих связыванию с тканями зуба входят:

- 1. циклогексан;
- + 2. малеиновая кислота, малеиновый альдегид, ацетон;
- 3. нафталин;
- 4. липиды;
- 5. углеводы.

236. Исходные материалы для получения фотополимеров это:

- + 1. полиненасыщенные гетерофункциональные производные метакриловой кислоты;
- 2. сополимеры и мономеры акролеина;
- 3. поливинилацетат и смесь неорганических частиц;
- 4. полихлоропрен и сополимеры акриловой кислоты;
- 5. полинасыщенные гетерофункциональные производные молочной кислоты.

237. Инициаторы радикальных реакций полимеризации это вещества:

- 1. легко образующие ионные частицы и активизирующие стадию обрыва цепи;
- 2. участвующие в полимеризации только на стадии ингибирования;
- 3. обычно способные заканчивать процесс полимеризации;
- 4. трудно распадающиеся на свободные радикалы и замедляющие процесс полимеризации на стадии иницирования;

+ 5. легко распадающиеся на свободные радикалы и ускоряющие процесс полимеризации на стадии инициирования.

238. Композитные пломбировочные материалы представляют собой:

- 1. смесь разных гомополимеров и наполнителей;
- + 2. смесь неорганических частиц и связующей органической матрице;
- 3. смесь эпоксидных смол с разной молекулярной массой;
- 4. смесь активаторов и мономеров;
- 5. смесь неорганических частиц и инициаторов.

239. Композиционные пломбировочные материалы светового отверждения имеют главным компонентом:

- 1. олигомеры на основе эпихлоргидрина и 2,2-ди-(4'-гидроксифенил)пропана или диана;
- 2. мономерную систему – бис-фенол-А-глицидилметакрилат или сокращённо - Bis-GMA;
- + 3. продукт конденсации N-(п-толил)глицидилметакрилат сокращённо NTG-GMA;
- 4. смесь мономеров эпихлоргидрина и 2,2-ди-(4'-гидроксифенил)пропана;
- 5. мономеры из группы – бис-фенол- А- глицидилметакрилат и эпихлоргидрина.

240. К инициаторам радикальных реакций полимеризации относят:

- + 1. органические ацилперекиси;
- 2. органические восстановители;
- 3. различные органические ионы;
- 4. органические окислители;
- 5. производные углеводов.

### **3. БИОПОЛИМЕРЫ И ИХ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ. НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ БИОРЕГУЛЯТОРЫ 3.1. УГЛЕВОДЫ**

241. По способности к гидролизу углеводы классифицируют на:

- 1. мономеры и сополимеры;
- 2. моносахариды и смешанные углеводы;
- + 3. моносахариды и полисахариды;
- 4. полисахариды и сополимеры;
- 5. гетерополисахариды и мономеры.

242. D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза относятся к:

- 1. олигосахаридам;
- 2. кетогексозам;

- + 3. альдогексозам;
- 4. альдопентозам;
- 5. кетопентозам.

243. Углеводы классифицируют на:

- + 1. моносахариды, олигосахириды, полисахариды;
- 2. смеси полисахаридов;
- 3. смеси пептидов и моносахаридов;
- 4. полинуклеотиды;
- 5. олигопептиды.

244. D-глюкоза может быть классифицирована как:

- + 1. моносахарид, альдогексоза;
- 2. олигосахарид;
- 3. альдопентоза;
- 4. альдогептоза;
- 5. кетогексоза.

245. D-рибоза может быть классифицирована как:

- 1. олигосахарид;
- + 2. моносахарид, альдопентоза;
- 3. кетоальдогексоза;
- 4. альдогексоза;
- 5. кетопентоза.

246. D-фруктоза может быть классифицирована как:

- + 1. моносахарид, кетогексоза;
- 2. полисахарид;
- 3. альдогексоза;
- 4. альдопентоза;
- 5. кетотриоза.

247. D-глюкоза имеет D-конфигурацию у атомов углерода с порядковым номером в составе молекулы:

- 1. первый и шестой;
- 2. второй и первый;
- 3. третий;
- 4. четвертый и первый;
- + 5. пятый и четвертый.

248. D-галактоза имеет D-конфигурацию у атомов углерода с порядковым номером в составе молекулы:

- 1. первый и второй;

- + 2. второй и пятый;
- 3. третий;
- 4. четвертый;
- 5. пятый и шестой.

249. D-фруктоза имеет D-конфигурацию у атомов углерода с порядковым номером в составе молекулы:

- 1. первый;
- 2. второй;
- 3. третий;
- + 4. четвертый и пятый;
- 5. пятый и шестой.

250. Структуре D-глюкозы соответствует количество конфигурационных стереоизомеров:

- 1. четыре;
- 2. восемь;
- + 3. шестнадцать;
- 4. тридцать два;
- 5. шестьдесят четыре.

251. D-глюкозы и L-глюкоза относятся друг к другу как:

- + 1. энантиомеры;
- 2. диастереомеры;
- 3. эпимеры;
- 4. аномеры;
- 5. структурные изомеры.

252. D-глюкоза и D-галактоза относятся друг к другу как:

- 1. энантиомеры;
- + 2. диастереомеры;
- 3. конформеры;
- 4. аномеры;
- 5. структурные изомеры.

253. D-глюкоза и D-фруктоза относятся друг к другу как:

- 1. энантиомеры;
- 2. диастереомеры;
- 3. эпимеры;
- 4. аномеры;
- + 5. структурные изомеры.

254. Таутомерное равновесие в растворе D-глюкозы образуют ее таутомерные формы:

- 1. открытая и две пиранозные;
- 2. открытая и две фуранозные;
- 3. две пиранозные и две фуранозные;
- + 4. открытая, две пиранозные и две фуранозные;
- 5. одна пиранозная, открытая и одна фуранозная.

255. Открытая форма D-глюкозы по химической природе является:

- 1. только альдегидом;
- 2. только многоатомные спиртом;
- + 3. альдегидом и многоатомным спиртом;
- 4. полуацеталем и многоатомным спиртом;
- 5. карбоновой кислотой.

256. Пиранозная и/или фуранозная формы D-глюкозы по химической природе являются:

- 1. только альдегидом;
- 2. только кетоном;
- 3. только многоатомным спиртом;
- + 4. многоатомным спиртом и циклическим полуацеталем;
- 5. сложным эфиром и многоатомным спиртом.

257. Аномерами среди перечисленных таутомерных форм моносахаридов являются:

- + 1.  $\alpha$ -D-фруктофураноза и  $\beta$ -D-фруктофураноза;
- 2.  $\alpha$ -D-фруктопираноза и  $\beta$ -D-фруктофураноза;
- 3.  $\beta$ -D-фруктофураноза и  $\alpha$ -D-галактопираноза;
- 4.  $\alpha$ -D-галактопираноза и  $\alpha$ -D-глюктопираноза;
- 5.  $\beta$ -D-галактофураноза и  $\alpha$ -D-галактопираноза.

258. Конфигурация аномерного атома углерода у  $\alpha$ -аномера одинакова с конфигурацией:

- 1. второго атома углерода в молекуле моносахарида;
- + 2. последнего хирального центра, определяющего принадлежность моносахарида к D- или L-ряду.
- 3. предпоследнего хирального центра в молекуле моносахарида;
- 4. любого хирального центра;
- 5. аномерного атома в молекуле  $\beta$ -аномера.

259. Только гликозид образуется в результате реакции моносахарида с:

- 1.  $C_2H_5-Cl/NaOH$ ;
- + 2.  $C_2H_5-OH/HCl$  (сухой);



- 3.  $C_2H_5COCl$ ;
- 4.  $HCl$  (сухой);
- 5. альдегидом.

260. Продукт реакции моносахарида со спиртом в безводной кислой среде следует классифицировать как:

- 1. простой эфир;
- 2. сложный эфир;
- + 3. О-гликозид;
- 4. полуацеталь и вторичный спирт;
- 5. простой эфир и спирт.

261. Строению гликозида соответствует следующая информация:

- 1. способны к цикло-оксо таутомерии;
- + 2. имеют только циклическое строение и ацетальную группу;
- 3. гидролизуются в водных растворах кислот;
- 4. легко гидролизуются в слабощелочной среде;
- 5. проявляют устойчивость в спиртовой среде.

262. Продукт реакции D-глюкозы с раствором  $HNO_3$  следует классифицировать как:

- 1. простой эфир D-глюкозы;
- + 2. дикарбоновую кислоту D-глюкозы;
- 3. монокарбоновую кислоту D-глюкозы ;
- 4. полуацеталь и простой эфир D-глюкозы;
- 5. гликозид D-глюкозы.

263. Продукт реакции D-галактозы с бромной водой следует отнести к классу:

- 1. простого эфира и многоатомного спирта;
- 2. сложного эфира и многоатомного спирта;
- + 3. карбоновых кислот и многоатомного спирта;
- 4. альдегидов и многоатомного спирта;
- 5. только многоатомного спирта.

264. Хелатный комплекс синего цвета образуется в реакции D-глюкозы с реактивом:

- 1.  $C_2H_5Cl/NaOH$ ;  $t^\circ$ ;
- 2.  $C_2H_5OH/H^+$ ,  $t^\circ$ ;
- + 3.  $Cu(OH)_2/NaOH$  (комн. температура);
- 4.  $Cu(OH)_2/NaOH$ ,  $t^\circ$ ;
- 5.  $Ag(NH_3)OH$ ,  $t^\circ$ .

265. При восстановлении D-ксилозы образуется:

- 1. сорбит;
- + 2. ксилит;
- 3. ксиларовая кислота;
- 4. ксилоновая кислота;
- 5. сложный эфир.

266. Под действием мягких окислителей в нейтральной среде (бромная вода) моносахариды образуют:

- + 1. гликоновые кислоты;
- 2. гликаровые кислоты;
- 3. гликуроновые кислоты;
- 4. многоатомные (сахарные) спирты;
- 5. гликозиды.

267. При действии сильных окислителей в кислой среде (разбавленная азотная кислота) моносахариды образуют:

- 1. гликоновые кислоты;
- + 2. гликаровые кислоты;
- 3. гликуроновые кислоты;
- 4. многоатомные (сахарные) спирты;
- 5. гликозиды.

268. D-галактоза окисляется в D-галактоновую кислоту в условиях:

- 1.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ,  $t^\circ$ ;
- 2.  $\text{Cu}(\text{OH})_2/\text{NaOH}$ ,  $t^\circ$ ;
- + 3.  $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ;
- 4.  $\text{HNO}_3$  разб.;
- 5.  $\text{H}_2/\text{Pd}$ .

269. D-манноза окисляется в D-маннаровую кислоту в условиях:

- 1.  $\text{Ag}(\text{NH}_3)\text{OH}$ ,  $t^\circ$ ;
- 2.  $\text{Cu}(\text{OH})_2/\text{NaOH}$ ,  $t^\circ$ ;
- 3.  $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ;
- + 4.  $\text{HNO}_3$  разб.;
- 5.  $\text{H}_2/\text{Pd}$ .

270. D-маннурановая кислота образуется в результате окисления в молекуле D-маннозы:

- 1. альдегидной группы;
- 2. альдегидной и первичноспиртовой групп;
- 3. всех спиртовых групп;

- + 4. концевой первичноспиртовой группы с предварительной защитой альдегидной группы;
- 5. гидроксильной группы у второго атома углерода.

271. D-глюкоза дает реакцию «серебряного зеркала» в условиях:

- 1.  $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ;
- 2.  $\text{HNO}_3$  (разб.);
- 3.  $\text{Cu}(\text{OH})_2/\text{NaOH}$ ,  $t^\circ$ ;
- + 4.  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ,  $t^\circ$ ;
- 5. реактив Троммера,  $t^\circ$ .

272. D-галактоза окисляется и дает красный осадок оксида меди (I) в условиях:

- 1.  $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ;
- + 2. реактив Фелинга,  $t^\circ$ ;
- 3. реактив  $\text{CaO}$ ,  $t^\circ$ ;
- 4. реактив Толленса,  $t^\circ$ ;
- 5.  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ,  $t^\circ$ .

273. Аминосахарами являются:

- + 1. D-глюкозамин;
- 2. D-глюкоза;
- 3. D-манноза;
- 4. 6-дезоксид-L-галактоза;
- 5. этиламин.

274. Дезоксисахарами являются:

- 1. D-глюкозамин;
- 2. D-рибоза;
- + 3. 2-дезоксид-D-рибоза;
- 4. 3-дезоксид-протантриол;
- 5. D-галактуроновая кислота.

275. Мальтоза может быть классифицирована как:

- 1. моносахарид;
- + 2. восстанавливающий дисахарид;
- 3. невосстанавливающий дисахарид;
- 4. нуклеозид;
- 5. полисахарид.

276. Лактоза может быть классифицирована как:

- 1. моносахарид;
- + 2. восстанавливающий дисахарид;

- 3. невосстанавливающий дисахарид;
- 4. полимер;
- 5. полисахарид.

277. Сахароза может быть классифицирована как:

- 1. моносахарид;
- 2. трисахарид;
- 3. полисахарид;
- 4. восстанавливающий дисахарид;
- + 5. невосстанавливающий дисахарид.

278. Восстанавливающими дисахаридами являются:

- 1. D-глюкоза;
- 2. амилопектин;
- + 3. мальтоза;
- 4. аллоза;
- 5. сахароза.

279. Невосстанавливающим дисахаридом является:

- 1. D-глюкоза;
- 2. амилопектин;
- 3. мальтоза;
- 4. целлобиоза;
- + 5. сахароза.

280. Гомополисахаридами являются:

- + 1. гликоген, декстран;
- 2. альгинаты;
- 3. гепарин;
- 4. хондроитинсульфат;
- 5. манноза.

281. К гетерополисахаридам относятся:

- 1. гликоген;
- + 2. гепарин, гиалуроновая кислота;
- 3. амилоза;
- 4. целлюлоза;
- 5. амилопектин.

282. Строение мальтозы отражено в названии:

- 1.  $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- + 2.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 3.  $\beta$ -D-галактопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;

- 4.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 5.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-фруктофуранозид.

283. Строение лактозы отражено в названии:

- 1.  $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 2.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- + 3.  $\beta$ -D-галактопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 4.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 5.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-фруктофуранозид.

284. Строение целлобиозы отражено в названии:

- + 1.  $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 2.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 3.  $\beta$ -D-галактопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 4.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 5.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-фруктофуранозид.

285. Строение сахарозы отражено в названии:

- 1.  $\beta$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 2.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 3.  $\beta$ -D-галактопиранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- 4.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ ( $\beta$ )-D-глюкопираноза;
- + 5.  $\alpha$ -D-глюкопиранозил-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-фруктофуранозид.

286. Окисляются при взаимодействии с реактивами Фелинга и Бенедикта при нагревании и дают красный осадок оксида меди (I):

- + 1. D-глюкоза, лактоза;
- 2. гепарин;
- 3. альгиновая кислота;
- 4. сахароза;
- 5. амилоза.

287. Реакция «серебряного зеркала» происходит при действии реактива Толленса на:

- 1. сахарозу;
- + 2. мальтозу, D-рибозу;
- 3. амилопектин;
- 4. сорбит;
- 5. альгинаты.

288. Окисляется реактивами Фелинга, Бенедикта, Толленса в составе восстанавливающего дисахарида функциональная группа:

- 1. гидроксильные многоатомного спирта;
- + 2. альдегидная в открытой форме;
- 3. ацетальная;
- 4. гликозидная;
- 5. нет правильного ответа.

289. В реакции с мягкими окислителями в нейтральной или слабнокислой среде (бромная вода) гликобионовые кислоты образуют:

- 1. сорбит;
- 2. сахароза;
- + 3. лактоза;
- 4. гепарин;
- 5. гликоген.

290. Продуктом реакции  $\alpha$ -мальтозы с этиловым спиртом в присутствии сухого HCl является:

- 1. смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ -О-этил-мальтозидов;
- + 2. смесь  $\alpha$  и  $\beta$ -О-этил-D-глюкопиранозидов;
- 3. октаэтил-мальтоза;
- 4. октаацетил-мальтоза;
- 5. мальтобионовая кислота.

291. В реакции  $\alpha$ -мальтозы с уксусным ангидридом образуется:

- 1. смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ -О-этил-мальтозидов;
- 2. смесь  $\alpha$  и  $\beta$ -О-этил-D-глюкопиранозидов;
- 3. октаэтил-мальтоза;
- + 4. октаацетил-мальтоза;
- 5. мальтобионовая кислота.

292. Продуктом реакции  $\alpha$ -лактозы с метилиодидом в щелочной среде является:

- 1. октаацетиллактоза;
- + 2. октаметиллактоза;
- 3. смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ -О-метиллактозидов;
- 4. лактобионовая кислота;
- 5. смесь аномеров D-глюкопиранозы и D-галактопиранозы.

293. Лактозе соответствует информация:

- + 1. способна к цикло-оксотаутомерии;
- 2. является невосстанавливающим дисахаридом;
- 3. не восстанавливает реактивы Толленса, Фелинга, Бенедикта;
- 4. не гидролизует в в кислой среде;

- 5. гидролитически расщепляется в слабощелочной среде.

294. Сахарозе соответствует информация:

- 1. способна к цикло-оксотаутомерии;
- + 2. является невозстанавливающим дисахаридом;
- 3. восстанавливает реактивы Толленса, Фелинга, Бенедикта;
- 4. подвергается изомеризации в щелочной среде;
- 5. гидролитически расщепляется в слабощелочной среде.

295. В структуре целлюлозы присутствуют гликозидные связи:

- + 1. только  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- 2.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6);
- 3.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- 4.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3);
- 5.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4).

296. В структуре гликогена присутствуют гликозидные связи:

- 1. только  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- + 2.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6);
- 3.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- 4.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3);
- 5.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4).

297. В структуре гепарина присутствуют гликозидные связи:

- 1. только  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- 2.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6);
- + 3.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4);
- 4.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) и  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3);
- 5.  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3),  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4).

298. Дисахаридный фрагмент, включающий D-глюкуроновую кислоту ( $\beta$ -1,3) и N-ацетил-2-D-глюкозамин ( $\beta$ -1,4) содержится в составе полисахарида:

- + 1. гиалуроновая кислота;
- 2. амилопектин;
- 3. хондроитин-4-сульфат;
- 4. целлюлоза;
- 5. декстран.

299. Дисахаридный фрагмент, включающий D-глюкуроновую кислоту ( $\beta$ -1,3) и N-ацетил-D-галактозамин-4-сульфат ( $\beta$ -1,4) содержится в составе полисахарида:

- 1. гиалуроновая кислота;
- 2. амилопектин;
- + 3. хондроитин-4-сульфат;
- 4. целлюлоза;
- 5. декстран.

300. Дисахаридный фрагмент, включающий D-глюкуроновую кислоту ( $\beta$ -1,3) и N-ацетил-2-D-галактозамин-6-сульфат ( $\beta$ -1,4), содержится в составе полисахарида:

- 1. гиалуроновая кислота;
- 2. амилоза;
- 3. хондроитин-4-сульфат;
- + 4. хондроитин-6-сульфат;
- 5. декстран.

301. Первичная структура амилозы представляет собой:

- +1. последовательность остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью;
- 2. спиральную конформацию;
- 3. линейную конформацию;
- 4.  $\beta$ -структуру (конформацию складчатого листа);
- 5. последовательность остатков  $\beta$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью.

302. Вторичная структура амилозы представляет собой:

- 1. последовательность остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью;
- + 2. спиральную конформацию;
- 3. линейную конформацию;
- 4.  $\beta$ -структуру (конформацию складчатого листа);
- 5. последовательность остатков  $\beta$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью.

303. Вторичная структура целлюлозы представляет собой:

- 1. последовательность остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью;
- 2. спиральную конформацию;
- + 3. линейную конформацию;
- 4.  $\beta$ -структуру (конформацию складчатого листа);
- 5. последовательность остатков  $\beta$ -D-глюкопиранозы, связанных  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-гликозидной связью.

304. Комплекс синего цвета с йодом образуют:



- 1. D-манноза;
- 2. мальтоза;
- 3. целлюлоза;
- + 4. крахмал;
- 5. гепарин.

305. Комплекс синего цвета с йодом это качественная реакция на

- 1. многоатомный вицинальный спирт;
- 2. альдегидную группу углевода;
- + 3. вторичную структуру амилозы;
- 4. первичный спирт;
- 5. первичную структуру крахмала.

306. Дисахаридный фрагмент, включающий  $\beta$ -D-маннуровую кислоту ( $\beta$ -1,4) и  $\beta$ -L-гулуруоновую кислоту ( $\beta$ -1,4) содержится в составе полисахарида:

- 1. хондроитин -6-сульфата;
- 2. гиалуроновой кислоты;
- + 3. альгиновой кислоты;
- 4. декстрана;
- 5. геперина.

307. Альгиновая кислота является

- 1. олигосахаридом;
- 2. гомополисахаридом;
- 3. моносахаридам;
- + 4. гетерополисахаридом;
- 5. дисахаридом.

308. Для определения фруктозы используется качественная реакция

- 1. йодоформенная проба;
- 2. бромирование;
- + 3. Селиванова;
- 4. диспропорционирования;
- 5. этерификации.

309. Невосстанавливающий дисахарид это

- + 1. сахароза;
- 2. мальтоза;
- 3. лактулоза;
- 4. рибоза;
- 5. лактоза.

310. Дисахарид, включающий  $\beta$ -D-глюкопиранозу ( $\beta$ -1,3) и  $\beta$ -D-фруктофуранозу является

- 1. сахарозой;
- 2. целлобиозой;
- + 3. лактулозой;
- 4. лактозой;
- 5. мальтозой.

311. В составе крахмала гомополисахарид

- 1. декстран;
- + 2. амилопектин;
- 3. мальтоза;
- 4. галактопираноза;
- 5. фруктоза.

312. Цикло-оксо-таутомерия возможна у

- 1. гиалуроновой кислоты;
- 2. сахарозы;
- 3. O-метил-  $\beta$ -D-глюкопиранозида;
- 4. альгиновой кислоты;
- + 5. D-глюкопиранозы.

313. В полисахариде целлюлозе связи между мономерами

- + 1. ( $\beta$ -1,4);
- 2. ( $\beta$ -1,6);
- 3. ( $\beta$ -1,3);
- 4. ( $\alpha$ , $\beta$ -1,3);
- 5. ( $\alpha$ -1,4).

314. Гомополисахарид крахмал способен к гидролизу

- +1. в кислой среде при нагревании;
- 2. в нейтральной среде при нагревании;
- 3. в щелочной среде при нагревании;
- 4. в кислой и щелочной среде при нагревании;
- 5. в щелочной среде без нагревания.

315. Для моносахаридов в щелочной среде с гидроксидом меди характерно

- 1. восстановление при нагревании;
- + 2. окисление при нагревании;
- 3. растворение без нагревания;
- 4. ацетализация при нагревании;
- 5. гидролиз при нагревании.

316. Моносахариды способны восстанавливаться до

- 1. сложных эфиров;
- 2. солей;
- + 3. многоатомных спиртов;
- 4. вторичных аминов;
- 5. полуацеталей.

317. Биологически важные реакции восстановления моносахаридов

- 1. в циклические формы;
- 2. в ацетали;
- + 3. в глициты: ксилит, сорбит, манит;
- 4. в алкены;
- 5. в карбоновые кислоты.

318. У углеводов возможны аномеры

- 1. в открытой структурной форме;
- 2. как в открытой так и в циклических структурных формах;
- 3. в любой структурной форме;
- + 4. только в циклических структурных формах;
- 5. частично в циклических структурных формах.

319. Переход от  $\alpha$ -аномера к  $\beta$ -аномеру происходит

- 1. только в кислой среде;
- + 2. только через оксо-форму;
- 3. в любых условиях;
- 4. только в щелочной среде;
- 5. только при нагревании.

320. Явление мутаротации углеводов связано

- 1. с действием температуры;
- 2. с распадом молекулы;
- 3. с действием окислителей;
- 4. с переходом к твердому агрегатному состоянию;
- + 5. с цикло-оксо таутомерией.

321. Реакция фосфорилирования дисахаридов идёт с получением:

- 1. двух моносахаридов из дисахарида;
- 2. окисленных мономеров дисахарида;
- + 3. сложного эфира фосфорной кислоты у дисахарида;
- 4. простого эфира фосфорной кислоты у дисахарида;
- 5. окисления побочных продуктов у дисахарида.

322. Качественный анализ сахарозы включает на первой стадии:

- 1. цикло-оксо- таутомерию;
- + 2. кислотный гидролиз;
- 3. реакцию фосфорилирования;
- 4. дегидратацию;
- 5. декарбоксилирование.

323. Реакция кислотного гидролиза олиго- и полисахаридов идёт по:

- 1. всем нуклеофильным реакционным центрам;
- 2. нуклеофильным реакционным центрам при C<sub>4</sub>;
- + 3. электрофильным реакционным центрам при C<sub>1</sub>;
- 4. электрофильным реакционным центрам при C<sub>3</sub>;
- 5. всем электрофильным реакционным центрам.

324. Моносахарид D-глюкоза является мономером полимеров:

- 1. сахарозы;
- + 2. гликогена;
- 3. лактулозы;
- 4. фруктозы;
- 5. маннозы.

325. К олигосахаридам относится:

- + 1. мальтоза;
- 2. гликоген;
- 3. амилопектин;
- 4. ксилулоза;
- 5. сорбит.

326. Для получения альгината натрия необходимо провести реакцию:

- 1. между альгинатом и солями в полисахариде;
- 2. между многоатомным спиртом и гидроксидом натрия;
- 3. между гидроксидом калия и альгинатом;
- + 4. между альгиновой кислотой и гидроксидом натрия;
- 5. между дикарбоновой кислотой и щелочью.

327. Строение лактулозы отражено в названии:

- + 1. β-D-глюкопиранозил-1,3 β-D-фруктофураноз;
- 2. β-D-маннопиранозил 1,4 β-L-гулуруоновая кислота;
- 3. α-D-глюкопиранозил-(1→2)-β-D-фруктофуранозид;
- 4. β-D-глюкопиранозил-(1→4)-α(β)-D-глюкопираноза;
- 5. β-D-галактопиранозил-1,3 α,β-D-фруктофуранозид.

328. Строение альгиновой кислоты отражено в названии:

- 1. β-D-глюкопиранозил-(1→4)-α(β)-D-глюкопираноза;

- 2.  $\beta$ -D-галактопиранозил-1,3  $\alpha$ -D-фруктопираноза;
- + 3. D-маннуровая кислота ( $\beta$ -1,4) и  $\beta$ -L-гулуруоновая кислота ( $\beta$ -1,4);
- 4.  $\beta$ -D-глюкопиранозил -1,3  $\beta$ -D-фруктофураноза;
- 5. D-маннопираноза ( $\beta$ -1,4) и  $\beta$ -L-гулуруоновая кислота ( $\beta$ -1,4); .

### 3.2. $\alpha$ -АМИНОКИСЛОТЫ. ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ

329. Строение (2 S)-2-амино-3-метилбутановой кислоты имеет природная  $\alpha$ -аминокислота:

- 1. лейцин;
- 2. изолейцин;
- + 3. валин;
- 4. тирозин;
- 5. лизин.

330. Строение (2 S)-2-амино-3-гидроксибутановой кислоты имеет природная  $\alpha$ -аминокислота:

- + 1. треонин;
- 2. валин;
- 3. фенилаланин;
- 4. триптофан;
- 5. серин.

331. Строение (2 S)-2-амино-4-метилпентановой кислоты имеет природная  $\alpha$ -аминокислота:

- 1. изолейцин;
- 2. глутамин;
- 3. цистеин;
- + 4. лейцин;
- 5. метионин.

332. Строение (2 S)-2-амино-3-(1H-индолил-3) пропановой кислоты имеет природная  $\alpha$ -аминокислота:

- 1. гистидин;
- 2. пролин;
- + 3. триптофан;
- 4. аспарагиновая кислота;
- 5. фенилаланин.

333. К числу незаменимых природных  $\alpha$ -аминокислот относятся:

- 1. асн (Asn), фен (Phe);
- + 2. мет (Met), фен (Phe), лиз (Lys);
- 3. сер (Ser), мет (Met) ;

- 4. арг (Arg), вал (Val), лиз (Lys);
- 5. ала (Ala), цис (Cys).

334. Практически все природные  $\alpha$ -аминокислоты;

- + 1. имеют хиральные молекулы, являются L-стереоизомерами;
- 2. являются алифатическими соединениями;
- 3. являются незаменимыми;
- 4. имеют S,R-конфигурацию второго атома углерода;
- 5. являются ароматическими карбоновыми кислотами.

335. Природный лейцин по конфигурации заместителей у второго атома углерода:

- 1. относится к D-стереохимическому ряду;
- + 2. относится к L-стереохимическому ряду;
- 3. является R-стереоизомером;
- 4. не может быть охарактеризован, т.к. ахирален;
- 5. является структурным изомером лизина.

336. Не имеет стереоизомеров (молекулы ахиральны) природная  $\alpha$ -аминокислота:

- 1. глутамин;
- 2. изолейцин;
- 3. пролин;
- + 4. глицин;
- 5. аргинин.

337. Нейтральными  $\alpha$ -аминокислотами являются:

- 1. вал (Val), глу (Glu);
- + 2. гли (Gly), сер (Ser);
- 3. арг (Arg), иле (Ile);
- 4. сер (Ser), лиз (Lys);
- 5. асп (Asp) гли (Gly).

338. Основными  $\alpha$ -аминокислотами являются:

- 1. ала (Ala), арг (Arg);
- 2. иле (Ile), вал (Val);
- 3. сер (Ser), асп (Asp);
- + 4. лиз (Lys), арг (Arg);
- 5. арг (Arg), фен (Phe).

339. Кислыми  $\alpha$ -аминокислотами являются:

- 1. тре (Thr), фен (Phe);
- + 2. асп (Asp), глу (Glu);

- 3. глн (Gln), иле (Ile);
- 4. цис (Cys), вал (Val);
- 5. глу (Glu), фен (Phe).

340. Гидрофобными являются природные  $\alpha$ -аминокислоты:

- 1. гли (Gly), глу (Glu);
- 2. лей (Leu), асп (Asp);
- + 3. фен (Phe), ала (Ala);
- 4. тир (Tyr), сер (Ser);
- 5. мет (Met), асп (Asp).

341. Гидрофобными являются природные  $\alpha$ -аминокислоты:

- 1. ала (Ala), лиз (Lys);
- + 2. вал (Val), ала (Ala);
- 3. сер (Ser), фен (Phe);
- 4. асн (Asn), тре (Thr);
- 5. глу (Glu), вал (Val).

342. Гидрофильными неионогенными являются природные  $\alpha$ -аминокислоты:

- 1. ала (Ala), глу (Glu);
- 2. вал (Val), асн (Asn);
- + 3. сер (Ser) асн (Asn);
- 4. асн (Asn), лиз (Lys);
- 5. глу (Glu), мет (Met).

343. Гидрофильными ионогенными являются природные  $\alpha$ -аминокислоты:

- 1. лиз (Lys), ала (Ala), асн (Asn);
- 2. тре (Thr), вал (Val);
- + 3. тир (Tyr), лиз (Lys), глу (Glu).;
- 4. про (Pro), глу (Glu);
- 5. глу (Glu), сер (Ser), вал (Val).

344. Глицин (2-аминоэтановая кислота) образует соли в реакциях с:

- + 1. серной кислотой;
- 2. этанолом;
- 3. метилйодидом;
- + 4. натрия гидроксидом;
- 5. метаналем.

345. Фенилаланин ((2S)-2-амино-3-фенилпропановая кислота) образует сложный эфир в реакции с:

- 1. серной кислотой;

- + 2. этанолом в присутствии кислотного катализатора;
- 3. натрия гидроксидом;
- 4. формальдегидом;
- 5. хлорэтаном.

346.  $\alpha$ -Аминокислоты в реакциях с альдегидами образуют:

- + 1. замещенные имины (продукты реакции по аминогруппе);
- 2. сложные эфиры (продукты реакции по карбоксильной группе);
- 3. соли карбоновой кислоты;
- 4. соли аминов;
- 5. продукты декарбоксилирования.

347. В результате реакции  $\alpha$ -аминокислот с азотистой кислотой ( $\text{NaNO}_2 + \text{HCl}$  изб.), обычно:

- 1. образуется соль амина;
- 2. образуется соль диазония;
- + 3. выделяется азот и образуется спирт;
- 4. образуется N-нитрозопроизводное;
- 5. эта реакция невозможна.

348. Для определения  $\alpha$ -аминокислот используют их общие качественные реакции с:

- 1.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ );
- + 2. нингидрином;
- 3. окисление;
- 4. солеобразование;
- 5.  $\text{CH}_3\text{I}$ .

349. Ксантопротеиновую реакцию (реакция с  $\text{HNO}_3$  конц.) дают  $\alpha$ -аминокислоты;

- + 1. ароматические;
- 2. алифатические;
- 3. аргинин;
- 4. серин;
- 5. валин.

350. Качественную реакцию с раствором ацетата свинца (II) дает:

- 1. серин;
- + 2. цистеин;
- 3. тирозин;
- 4. пролин;
- 5. аспарагин.



351. Специфическими реакциями  $\alpha$ -аминокислот при нагревании являются:

- 1. дезаминирование;
- 2. образование лактидов;
- 3. образование лактонов;
- + 4. образование дикетопиперазинов;
- 5. образование лактамов.

352. Декарбоксилируются при нагревании легче других:

- + 1.  $\alpha$ -аминокислоты;
- 2.  $\beta$ -аминокислоты;
- 3.  $\gamma$ -аминокислоты;
- 4.  $\delta$ -аминокислоты;
- 5.  $\epsilon$ -аминокислоты.

353. Дикетопиперазины образуют при нагревании:

- 1. 2-аминопропановая кислота;
- 2.  $\beta$ -аланин;
- + 3.  $\alpha$ -аланин;
- 4. 4-аминобутановая кислота;
- 5. 3-аминопентановая кислота.

354. При нагревании  $\beta$ -аминокислот, обычно, происходит:

- 1. декарбоксилирование;
- 2. образование лактонов;
- + 3. образование сопряженной непредельной кислоты;
- 4. образование дикетопиперазина;
- 5. образование лактама.

355. В растворе  $\alpha$ -аминокислоты лизин (изоэлектрическая точка (9.8) при рН 7 увеличено содержание формы:

- 1. аниона;
- + 2. катиона;
- 3. диполярного иона;
- 4. неионизированной молекулы;
- 5. утверждение некорректно.

302.  $\alpha$ -Аминокислота аспарагин (изоэлектрическая точка 5.41) в растворе с рН 5.41 имеет преимущественно форму:

- 1. аниона;
- 2. катиона;
- + 3. биполярного иона;

- 4. непонизированной молекулы;
- 5. утверждение некорректно.

356.  $\alpha$ -Аминокислота треонин (изоэлектрическая точка 5.6) в растворе с рН 12 имеет преимущественно форму:

- + 1. аниона;
- 2. катиона;
- 3. биполярного иона;
- 4. непонизированной молекулы;
- 5. утверждение некорректно.

357. Макромолекулы пептидов и белков построены из остатков:

- 1.  $\alpha$ -гидроксикарбоновых кислот;
- 2.  $\beta$ -оксокарбоновых кислот;
- 3. дикарбоновых кислот;
- 4.  $\gamma$ -аминокарбоновых кислот;
- + 5.  $\alpha$ -аминокарбоновых кислот.

358. По химической природе пептиды и белки являются:

- 1. полиэфирами;
- + 2. полиамидами;
- 3. полигликозидами;
- 4. полинуклеотидами;
- 5. политерпенами.

359. Белки отличаются от пептидов:

- 1. химической природой макромолекул;
- 2. большей способностью к окислению;
- + 3. числом аминокислотных остатков в макромолекуле, которых более 100;
- 4. числом аминокислотных остатков, которых менее 100;
- 5. природой связи между мономерами.

360. По химической природе пептидная связь является:

- 1. ангидридной;
- 2. эфирной;
- + 3. амидной;
- 4. сложноэфирной;
- 5. гликозидной.

361. Первичная структура пептидов и белков:

- 1. показывает пространственное строение макромолекулы;

- + 2. показывает аминокислотную последовательность в структуре макромолекулы;
- 3. разрушается в результате изменения конформации;
- 4. подвергается разрушению при растворении белков;
- 5. данное понятие не имеет смысла.

362. Первичная структура тетрапептида пролиларгенилсерилглицин записана в примере:

- 1. гли-сер-арг-про;
- + 2. про-арг-сер-гли;
- 3. глу-асп-сер-глу;
- 4. про-асп-сер-глу;
- 5. про-сер-гли.

363. Со свойствами пептидной связи согласуются утверждения:

- + 1. относительно прочная амидной природы связь, копланарная;
- 2. непрочная связь и легко гидролизуется;
- 3. ионизируется только в кислой среде;
- 4. связь очень непрочная;
- 5. проявляет кислотно-основных свойств при всех значениях рН.

364. Строение и свойства пептидной группы отражает следующая информация:

- + 1. пептидная связь гидролизуется как в кислой, так и в щелочной среде;
- 2. вращение вокруг С-N-связи происходит легко;
- 3. часть атомов находится в  $sp^2$  и часть в  $sp^3$ -гибридизации;
- 4. пептидная группа не имеет трехцентровую р $\pi$ -сопряженную систему;
- 5. все атомы находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации;

365. В первичной структуре пептидов и белков мономеры объединены связью:

- 1. дисульфидной;
- 2. водородной;
- + 3. пептидной;
- 4. ионной;
- 5. сложноэфирной.

366. Условия полного гидролиза любых пептидов и белков вне организма:

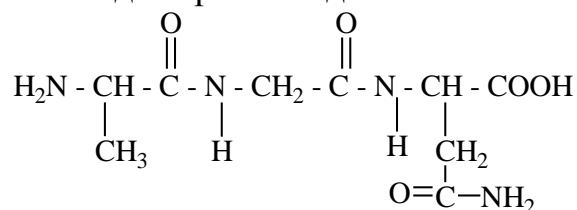
- 1. щелочной гидролиз в запаянной ампуле;
- 2. кислотный гидролиз 24 часа в запаянной ампуле;
- 3. кислотный гидролиз с ~20% хлороводородной кислотой,  $T = 100^\circ\text{C}$ ;
- 4. щелочной гидролиз,  $T = 100^\circ\text{C}$  в течение 2 часов;

+ 5. кислотном гидролизе,  $T = 110^{\circ}\text{C}$  с ~20% хлороводородной кислотой, в запаянной ампуле в течение 24 часа.

367. При полном кислотном гидролизе дипептида Ала-Гли в среде хлороводородной кислоты образуются.

- 1. 2-аминопропановая кислота;
- 2. 2-аминоэтановая кислота;
- + 3. аммониевые катионы аминокислот кислоты;
- 4. аммониевый катион и анион 2-аминоэтановой кислоты;
- 5. оксониевый анион 2-аминопропановой кислоты.

368. Правильное название для трипептида:



- 1. аланилглициласпарагин;
- 2. аспарагилглицилаланин;
- + 3. аланилглициласпарагин;
- 4. аспарагинглицилаланин;
- 5. аланиласпарагилглицин.

369. Условия, соответствующие определению первичной структуры пептидов методом Эдмана.

- 1. отщепление и идентификация N-концевой  $\alpha$ -аминокислоты в виде динитрофенил-производного;
- + 2. отщепление N-концевой  $\alpha$ -аминокислоты в щелочной среде фенилизотиоцианатом;
- 3. отщепление  $\alpha$ -аминокислоты с N-конца экзопептидазой;
- 4. отщепление  $\alpha$ -аминокислоты с C-конца экзопептидазой;
- 5. частичный кислотный гидролиз.

370. Пептидную связь расщепляет пищеварительный фермент химотрипсин у дипептида.

- + 1. Фен-Ала;
- 2. Про-Ала;
- 3. Тре-Гис;
- + 4. Три-Сер;
- 5. Мет-Ала.

371. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот:

- 1. защита аминогруппы;

- 2. солеобразование.
- 3. окисление;
- + 4. переаминирования;
- 5. этерификации.

372. Реакция, используемая для защиты карбоксильной группы:

- + 1. этерификация;
- 2. солеобразование;
- 3. ацилирование карбобензохлоридом;
- 4. кислотный гидролиз;
- 5. с тионилхлоридом.

373. Реакция для защиты  $\alpha$ -аминогруппы:

- 1. кислотного гидролиза;
- 2. солеобразования;
- + 3. ацилирования карбобензохлоридом;
- 4. этерификации этанолом;
- 5. алкилирования.

374. Изoeлектрическая точка трипептида Мет-Арг-Тир находится в среде:

- 1. кислой;
- + 2. основной;
- 3. слабокислой;
- 4. нейтральной;
- 5. нет ответа.

375. Изoeлектрическая точка трипептида Глу-Тре-Цис находится в среде:

- 1. основной;
- 2. нейтральной;
- + 3. кислой;
- 4. слабоосновной;
- 5. нет ответа.

376. У дипептида Сер-Арг в водном растворе среда:

- 1. нейтральная;
- 2. кислая;
- + 3. щелочная;
- 4. слабокислая.

377. Типы связей, которые фиксируют  $\alpha$ -спираль пептидов и белков:

- 1. ионная;
- + 2. водородная;
- 3. гликозидная;

- 4. пептидная;
- 5. гидрофобное взаимодействие.

378.  $\beta$ -Структуру высокомолекулярных пептидов и белков фиксируют в пространстве связи:

- 1. пептидные;
- 2. дисульфидные;
- 3. ионные;
- + 4. водородные;
- 5. гидрофобное взаимодействие.

379. Третичную структуру высокомолекулярных пептидов и белков фиксируют в пространстве связи:

- + 1. ионные, дисульфидные, водородные;
- 2. дисульфидные и пептидные;
- 3. гидрофильные взаимодействия и двойные связи;
- 4. пептидные;
- 5. водородные и координационные.

380. Качественная реакция на пептидную связь:

- 1. нингидриновая;
- + 2. биуретовая;
- 3. ксантопротеиновая;
- 4. с формальдегидом;
- 5. с ацетатом свинца (II).

381. В изоэлектрической точке растворы пептидов и белков:

- 1. хорошо растворяются;
- 2. имеют отрицательно заряженные молекулы;
- + 3. легко осаждаются и имеют суммарный заряд молекулы равный нулю;
- 4. имеют положительно заряженные молекулы;
- 5. легко испаряются и имеют отрицательно заряженные молекулы.

382. Изоэлектрическая точка трипептида Сер-Гис-Асп находится в среде:

- 1. кислой;
- + 2. основной;
- 3. нейтральной;
- 4. водной;
- 5. невозможно определить.

383. Изоэлектрическая точка трипептида Фен-Ала-Асп находится в среде:

- 1. нейтральной;

- 2. невозможно определить;
- + 3. кислой;
- 4. основной;
- 5. спиртовой

384. Вторичная структура пептидов и белков это:

- 1. полипептидная цепь;
- + 2.  $\alpha$ -спираль;
- 3. глобула;
- + 4.  $\beta$ -складчатая структура;
- 5. фибрилла.

385. Связи, стабилизирующие третичную структуру белков, возникают между:

- 1. пептидными связями;
- + 2. радикалами  $\alpha$ -аминокислотных остатков;
- 3.  $\sigma$ -связями углеродного скелета;
- 4. углеводородным скелетом;
- 5. аминогруппами.

386. Число незаменимых  $\alpha$ -аминокислот для человека

- 1. 7;
- 2. 9;
- + 3. 8;
- 4. 6;
- 5. 10.

387. Все аминокислоты обязательно содержат функциональные группы

- 1. amino- и альдегидную;
- 2. тиольную и карбоксильную;
- 3. amino- и карбонильную;
- + 4. amino- и карбоксильную;
- 5. гидроксильную и карбоксильную.

388. Соединение 2-амино-3-гидроксибутановая кислота является

- 1. тир (Tyr);
- 2. глн (Gln);
- + 3. тре (Thr);
- 4. гли (Gly);
- 5. иле (Ile); .

389. Соединение 2-амино- 4-метилтиобутановая кислота является:

- 1. иле (Ile);

- + 2. мет (Met);
- 3. лиз (Lys) ;
- 4. асп (Asn);
- 5. тре (Thr).

390. При растворении в воде лизина среда

- 1. кислая;
- 2. нейтральная;
- + 3. основная;
- 4. не меняется;
- 5. гетерогенная.

391. Величина рН водного раствора аспарагиновой кислоты

- 1. нейтральная;
- + 2. кислая;
- 3. основная;
- 4. равная исходной;
- 5. не меняется.

392. У отрицательно заряженных аминокислот в воде происходит

- 1. гидролиз функциональных групп в радикале;
- 2. образование комплексов в радикале;
- + 3. ионизация карбоксильной группы в радикале;
- 4. этерификация карбоксильной группы в радикале;
- 5. декарбоксилирование по карбоксильной группе в радикале.

393. У положительно заряженных аминокислот в воде происходит

- 1. разложение функциональных групп в радикале ;
- 2. дезаминирование в радикале;
- 3. реакция солеобразования в радикале;
- + 4. ионизация в радикале;
- 5. переаминирование.

394. Соединение состава лизилсерилметионин является

- 1. дипептидом;
- + 2. трипептидом;
- 3. тетрапептидом;
- 4. дисахаридом;
- 5. трисахаридом.

395. Соединение состава тиразилвалиласпарагин является

- 1. дисахаридом;
- 2. тринуклеотидом;



- + 3. трипептидом;
- 4. дипептидом;
- 5. тетрапептидом.

396. Соединению состава гистидилаланилаланин в воде соответствует

- 1.  $pH \approx 3$ ;
- + 2.  $pH > 7$ ;
- 3.  $pH < 7$ ;
- 4.  $pH \approx 1$  ;
- 5.  $pH = 7$

397. Соединение состава фенилаланилтреонилглицин является

- 1. тетрапептидом;
- 2. дипептидом;
- + 3. трипептидом;
- 4. тринуклеотидом;
- 5. трисахаридом.

398. В структуре Гис-Арг-Асн число пептидных связей

- 1. 3;
- 2. 1;
- 3. 4;
- + 4. 2;
- 5. 0 .

399. Качественная реакция на пептидную связь

- 1. проба Громмера;
- 2. проба Толленса;
- + 3. биуретовая;
- 4. с нингидрином;
- 5. Селиванова.

400. В пептидной связи все атомы имеют тип гибридизации

- 1.  $sp^3$ ;
- + 2.  $sp^2$ ;
- 3.  $sp$ ;
- 4.  $sp^3$  кроме азота;
- 5.  $sp^2$  кроме кислорода.

401. Относительно пептидной связи радикалы аминокислот располагаются

- 1. цис-;
- 2. цис- и транс;
- + 3. транс-;

- 4. в одной плоскости;
- 5. цис- и цис- .

402. В первичной структуре белков связи между мономерами

- 1. о-гликозидные;
- 2. N-гликозидные;
- + 3. пептидные;
- 4. нуклеозидные;
- 5. смешанные.

403. Методы получения  $\alpha$ -аминокислот:

- 1. синтез из фенола и солеобразование;
- 2. гидролиз полисахаридов, синтез из  $\alpha$ -галогенпроизводных;
- 3. синтез из  $\alpha$ -глюкопираноз и гидролиз;
- 4. восстановление и синтез из  $\alpha$ -производных карбоновых кислот;
- + 5. гидролиз белков, синтез из  $\alpha$ -галогенпроизводных карбоновых кислот.

404. Реакции восстановительного аминирования и пиридоксальный катализ как

- + 1. пути синтеза аминокислот;
- 2. пути обмена белка;
- 3. качественные реакции аминокислот;
- 4. пути распада аминокислот;
- 5. способы анализа аминокислот.

405. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот

- 1. гидролиз;
- 2. бромирования;
- + 3. гидроксирования;
- 4. специфические при нагревании;
- 5. перегруппировки.

406. Путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов: этаноламин, гистамин, триптамин, серотонин, дофамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота

- 1. комплексообразование;
- + 2. декарбоксилирование;
- 3. этерификация;
- 4. гидроксирование;
- 5. трансаминирование.

407. Отдельные биологически важные представители пептидов

- 1. аскарбиновая кислота, этаноламин, гистамин;

- 2. серотонин, дофамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота;
- + 3. аспартам, глутатион, нейропептиды, инсулин;
- 4. аденин, нейропептиды, инсулин;
- 5. аспартам, глутатион, серотонин, дофамин.

408. Классификация протеиногенных аминокислот по химической природе радикала

- 1. кислые, алифатические, серусодержащие ;
- + 2. алифатические, ароматические, гетероциклические ;
- 3. гидрофильные, гидрофобные ;
- 4. незаменимые. заменимые ;
- 5. гидрофобные, ароматические, гетероциклические.

409. Дисульфидную связь можно получить при взаимодействии

- 1. пролина с цистеином;
- 2. аланини с аланином;
- + 3. цистеина с цистеином;
- 4. цистеина с валином;
- 5. метионина с треонином.

410.  $\alpha$ -Аминокислота гистидин (изоэлектрическая точка 7,59) в растворе с рН 7,59 имеет преимущественно форму

- + 1. биполярного иона;
- 2. нейтральной молекулы;
- 3. только аниона;
- 4. аниона и нейтральной молекулы;
- 5. только катиона.

411. В реакции гидроксирования из пролина получают

- 1. сложный эфир;
- + 2. 4-гидроксипролин;
- 3. катион;
- 4. дипептид;
- 5. фенилаланин.

412. В реакции гидроксирования из фенилаланина получают

- 1. треонин ;
- 2. анион;
- + 3. тирозин;
- 4. гистидин;
- 5. триптофан.

413. В структуре Гли-Гли-Про-Ала число пептидных связей

- + 1. 3;
- 2. 2;
- 3. 4;
- 4. 0;
- 5. 1.

414. Величина  $pI$  это:

- + 1. величина  $pH$  при которой концентрация биполярных ионов максимальна;
- 2. величина максимальной концентрации биполярных ионов;
- 3. значение  $pK_a$  при которой концентрация биполярных ионов максимальна ;
- 4. величина  $pH$  раствора аминокислоты после растворения;
- 5. значение  $pK_a$  в растворе после изменения температуры.

415. В изоэлектрической точке аминокислоты:

- 1. заряжены положительно;
- 2. заряжены отрицательно;
- + 3. заряд равен нулю;
- 4. перемещаются к катоду;
- 5. перемещаются к аноду.

### 3.3. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

416. Пиримидиновые азотистые основания нуклеотидов названы в примерах:

- 1. барбитуровая кислота;
- 2. гуанин, аланин;
- + 3. тимин, цитозин;
- 4. аденин, гуанин;
- 5. гуанин, тимин.

417. Пиримидиновые азотистые основания нуклеотидов названы в примерах:

- + 1. урацил, тимин;
- 2. мочева кислота;
- 3. аденин, аланин;
- 4. гуанин;
- 5. тимин, тиразин.

418. Пуриновые азотистые основания нуклеотидов названы в примерах:

- + 1. гуанин, аденин;
- 2. аденин, аспарагин;

- 3. урацил, аденин;
- 4. тимин;
- 5. цитозин.

419. Лактимной форме урацила соответствует систематическое название:

- 1. 2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин;
- 2. 4-амино-2-гидрокси-пиримидин;
- + 3. 2,4-дигидрокси-пиримидин;
- 4. 6-аминопурин;
- 5. 2-амино-6-гидрокси-пурин.

420. Амино-лактимной форме цитозина соответствует систематическое название:

- 1. 2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин;
- + 2. 4-амино-2-гидрокси-пиримидин;
- 3. 2,4-дигидрокси-пиримидин;
- 4. 6-аминопурин;
- 5. 2-амино-6-гидрокси-пурин.

421. Аденину соответствует систематическое название:

- 1. 2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин;
- 2. 4-амино-2-гидрокси-пиримидин;
- 3. 2,4-дигидрокси-пиримидин;
- + 4. 6-аминопурин;
- 5. 2-амино-6-гидрокси-пурин.

422. Амино-лактимной форме гуанина соответствует систематическое название:

- 1. 2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин;
- 2. 4-амино-2-гидрокси-пиримидин;
- 3. 2,4-дигидрокси-пиримидин;
- 4. 6-аминопурин;
- + 5. 2-амино-6-гидрокси-пурин.

340. Более устойчивой таутомерной формой урацила в условиях организма является:

- 1. лактимная;
- 2. имино-лактимная;
- + 3. лактамная;
- 4. аминок-лактимная;
- 5. енольная.

423. Более устойчивой таутомерной формой цитозина в условиях организма является:

- 1. лактимная;
- 2. имино-лактимная;
- 3. лактамная;
- + 4. амино-лактамная;
- 5. енольная.

424. Более устойчивой таутомерной формой гуанина в условиях организма является:

- 1. лактимная;
- 2. имино-лактимная;
- 3. лактамная;
- + 4. амино-лактамная;
- 5. енольная.

425. Рибонуклеозидами являются:

- 1. дезоксиаденозин-5`-монофосфат;
- 2. 5`-тимидиновая кислота;
- + 3. уридин;
- 4. цитозин;
- 5. дезоксигуанозин.

426. Дезоксирибонуклеозидами являются:

- 1. гуанозин-5`-монофосфат;
- + 2. тимидин;
- 3. 5`-адениловая кислота;
- 4. цитидин;
- 5. аденозин.

427. Рибонуклеотидами являются:

- 1. дезоксиаденозин-5`-монофосфат;
- + 2. 5`-уридиловая кислота;
- 3. дезоксицитидин;
- 4. дезоксицитидин-5`-монофосфат;
- 5. тимидиловая кислота.

428. Дезоксирибонуклеотидами являются:

- + 1. тимидин-5`-монофосфат;
- 2. дезоксигуанозин;
- + 3. 5`-дезоксиадениловая кислота;
- 4. дезоксицитидин;
- 5. 5`-уридиловая кислота.

429. Мономерами нуклеиновых кислот являются:

- 1. рибоза;
- + 2. рибонуклеотиды;
- 3. фосфорная кислота;
- + 4. дезоксирибонуклеотиды;
- 5. гетероциклические азотистые основания.

430. При гидролизе рибонуклеотида в водной кислой среде образуются:

- + 1. гетероциклическое азотистое основание, рибоза, фосфорная кислота;
- 2. рибонуклеозид;
- 3. только рибоза;
- 4. только фосфорная кислота;
- 5. фосфат-анион.

431. При гидролизе дезоксирибонуклеотида в водной основной среде образуются:

- + 1. Дезоксирибонуклеозид и фосфатат анион;
- 2. гетероциклическое азотистое основание;
- 3. дезоксирибоза;
- 4. фосфорная кислота;
- 5. пептиды.

432. Гидролиз нуклеозидов протекает:

- 1. в воде;
- + 2. в водной кислой среде;
- 3. в водной основной среде;
- 4. в концентрированных растворах оснований;
- 5. в концентрированных растворах солей.

433. В образовании водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями нуклеиновых кислот участвуют реакционные центры:

- 1. нуклеофильные;
- 2. электрофильные;
- + 3. кислотные и основные;
- 4. основные и нуклеофильные;
- 5. нет ответа.

434. В составе ДНК гуанин комплементарен:

- 1. аденину;
- + 2. цитозину;
- 3. тимину;
- 4. 6-N-метиладенину;

- 5. 1-N-метилгуанину.

435. В составе ДНК тимин комплементарен:

- + 1. аденину;
- 2. цитозину;
- 3. 1-N-метилгуанину;
- 4. гуанину;
- 5. гипоксантину.

436. При взаимодействии аденина с азотистой кислотой образуется:

- 1. 2-амино-6-гидроксипурин;
- 2. 2,6-дигидроксипурин;
- + 3. 2-гидроксипурин;
- 4. 6-гидроксипурин;
- 5. 2,6,8-тригидроксипурин.

437. При взаимодействии гуанина с азотистой кислотой образуется:

- 1. 2-амино-6-гидроксипурин;
- + 2. 2,6-дигидроксипурин;
- 3. 2-гидроксипурин;
- 4. 6-гидроксипурин;
- 5. 2,6,8-тригидроксипурин.

458. При взаимодействии цитозина с азотистой кислотой образуется:

- 1. 2-гидроксипиримидин;
- + 2. 2,4-дигидроксипиримидин;
- 3. 2,4,6-тригидроксипиримидин;
- 4. 4-гидроксипиримидин;
- 5. пиримидин.

439. Нуклеиновые кислоты в организме человека:

- 1. осуществляют рецепторные функции;
- + 2. осуществляют хранение и передачу генетической информации;
- 3. выполняют энергетические функции;
- 4. управляют процессами очистки;
- 5. осуществляют передачу энергии в разные клетки.

440. Первичная структура РНК представлена:

- 1. линейной полипептидной цепью;
- 2. спиральной полисахаридной цепью;
- 3. двуцепочечной полинуклеотидной структурой;
- + 4. одноцепочечной полинуклеотидной структурой;
- 5. линейной полисахаридной цепью.



441. Первичная структура ДНК представлена:

- 1. линейной полипептидной цепью;
- 2. спиральной полисахаридной цепью;
- + 3. двуцепочечной полинуклеотидной структурой;
- 4. одноцепочечной полинуклеотидной структурой;
- 5. линейной полисахаридной цепью.

442. Вторичная структура ДНК:

- 1. линейная;
- 2. односпиральная;
- + 3. двуспиральная;
- 4. трёхспиральная;
- 5. нерегулярная.

443. Гидридный перенос как одна из стадий биологических реакций окисления-восстановления происходит при участии:

- 1. ДНК;
- 2. нуклеиновых азотистых оснований;
- + 3. системы НАД<sup>+</sup>-НАД-Н;
- 4. систем АТФ и АДФ;
- 5. ц-ГМФ и ц-АМФ.

444. Аденозинтрифосфорной кислоте соответствует следующая информация:

- 1. является полирибонуклеотидом;
- + 2. является нуклеозидполифосфатом;
- 3. содержит в своем составе аминокислоты;
- 4. является коферментом оксидоредуктаз;
- 5. содержится в составе ДНК.

445. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ):

- 1. входит в состав нуклеиновых кислот;
- 2. содержит в своём составе триптофан;
- + 3. участвует в процессах аккумуляции и высвобождения энергии;
- 4. участвует в переносе липидов;
- 5. является коферментом оксидоредуктаз.

446. Никотинамидадениндинуклеотид окисленный (НАД<sup>+</sup>):

- + 1. гидролизуется в водной кислой и основной среде;
- 2. входит в состав нуклеиновых кислот;
- 3. входит в состав белков;
- 4. содержит азотистое основание гуанин;
- 5. является нуклеозидполифосфатом.

447. В составе ДНК аденин комплементарен

- 1. гуанину;
- 2. цитазину;
- 3. урацилу;
- + 4. тимину;
- 5. аденину.

448. Нуклеиновые азотистые основания это:

- 1. аденин и аспирин;
- 2. метионин и гуанин;
- 3. тимин и триптофан;
- 4. никотиновая кислота и цитозин;
- + 5. урацил и гуанин.

449. Нуклеиновые азотистые основания по строению гетероцикла бывают :

- 1. пуриновые и пиридазиновые;
- + 2. пуриновые и пиримидиновые;
- 3. только пиримидиновые;
- 4. пиримидиновые и имидазольные;
- 5. пиридиновые и пуриновые.

450. Нуклеозидциклофосфаты - вторичные посредники в регуляции метаболизма клетки это:

- 1. (АМФ и ГМФ);
- 2. (цАТФ и цГМФ);
- + 3. (цАМФ и цГМФ);
- 4. (АТФ и АМФ);
- 5. (цАМФ и УМФ).

451. С участием системы НАД<sup>+</sup> - НАДН осуществляется одна из стадий биологических реакций окисления – восстановления, которая называется

- 1. дезаминирование;
- 2. протонный перенос;
- + 3. гидридный перенос;
- 4. гидролиз;
- 5. трансаминирование.

452. Нуклеозидмоно- и полифосфаты это:

- 1. МТФ, АТФ, НТФ, АМФ, ТТФ;
- 2. НАД<sup>+</sup>, АДФ, МТФ, ГМФ, ГМФ;
- 3. ЦТФ, АТФ, НТФ, АМФ, НАД<sup>+</sup>;
- + 4. АДФ, АМФ, АТФ, ЦТФ, ГТФ ;

- 5. АДФ, НАД<sup>+</sup>, АТФ, ЦТФ, ГТФ .

453. Фосфорнодиэфирная связь есть в составе структуры:

- + 1. полинуклеотида;
- 2. моонуклеотида;
- 3. моонуклеозида;
- 4. полипептида;
- 5. любого полимера.

454. В структуре аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) есть связи:

- 1. пептидные и ионные;
- 2. фосфорнодиэфирные и сложноэфирные;
- + 3. ангидридные и гликозидные;
- 4. макроэргические и пептидные;
- 5. гликозидные и ионные.

455. Роль аккумулятора и переносчика энергии в клетке осуществляет:

- 1. АМФ;
- 2. ГМФ;
- 3. НАД<sup>+</sup>;
- 4. ТМФ;
- + 5. АТФ.

### 3.4. ЛИПИДЫ

456. Липиды являются:

- 1. низкомолекулярными хорошо растворимыми в воде веществами;
- 2. высокомолекулярными (полимерными) водорастворимыми веществами;
- 3. биополимерами, малорастворимыми в воде;
- + 4. низкомолекулярными водонерастворимыми веществами;
- 5. газообразными в обычных условиях веществами.

457. Липиды классифицируют по способности их молекул к гидролитическому расщеплению на:

- 1. α-аминокислоты, пептиды и белки;
- + 2. омыляемые и неомыляемые;
- 3. моно-, олиго- и полисахариды;
- 4. нуклеозиды и нуклеотиды;
- 5. рибо- и дезоксирибонуклеиновые кислоты.

458. Омыляемые липиды по химической природе являются:

- 1. изопреноидами;

- 2. производными стерана (гонана);
- + 3. сложными эфирами;
- 4. полиамидами;
- 5. многоатомными спиртами и полуацеталями.

459. Процесс щелочного гидролиза липидов называют:

- 1. окислением;
- 2. восстановлением;
- 3. этерификацией;
- + 4. омылением;
- 5. ацетализацией.

460. К омыляемым липидам относятся:

- 1. стероиды;
- + 2. воски;
- 3. терпеноиды;
- + 4. фосфолипиды;
- + 5. жиры.

461. Омыляемые липиды подвергаются гидролизу:

- + 1. в кислой среде;
- 2. в нейтральной среде;
- 3. в водной среде;
- 4. в спиртовой среде;
- 5. в газовой фазе.

462. Омыляемые липиды классифицируют на:

- 1. способные к гидролитическому расщеплению и структурно однородные соединения, молекулы которых не подвергаются гидролизу;
- 2. мономеры и полимерные соединения;
- 3. терпены (терпеноиды) и стероиды;
- + 4. простые и сложные;
- 5. сложные эфиры и изопреноиды.

463. К омыляемым липидам относят:

- 1. многоатомные спирты;
- + 2. жиры, воски, фосфолипиды и др.;
- 3. белки и пептиды;
- 4. РНК и ДНК;
- 5. производные карбоновых кислот.

464. К простым омыляемым липидам относят:

- 1. терпены и терпеноиды;

- 2. стероиды;
- 3. гликолипиды;
- + 4. жиры (твердые жиры и масла), воска;
- 5. фосфолипиды.

465. К сложным омыляемым липидам относят:

- 1. терпены и терпеноиды;
- 2. стероиды;
- 3. воски;
- 4. жиры (твердые жиры и масла);
- + 5. фосфолипиды.

466. Большинство природных жиров являются сложными эфирами высших карбоновых кислот и:

- 1. высших одноатомных спиртов;
- 2. двухатомного спирта этиленгликоля;
- + 3. трехатомного спирта глицерина;
- 4. гетерофункциональных спиртов;
- 5. спиртов любой природы.

467. В составе молекул твердых жиров преобладают остатки:

- 1. ненасыщенных жирных кислот;
- 2. олеиновой кислоты;
- 3. линолевой кислоты;
- + 4. насыщенных жирных кислот;
- 5. линоленовой кислоты.

468. В составе молекул жидких жиров (масла) преобладают остатки:

- + 1. ненасыщенных жирных кислот;
- 2. стеариновой кислоты;
- 3. пальмитиновой кислоты;
- 4. насыщенных жирных кислот;
- 5. масляной кислоты.

469. К насыщенным жирным высшим карбоновым кислотам относится:

- 1. линоленовая;
- + 2. стеариновая;
- 3. арахидоновая;
- 4. олеиновая;
- 5. линолевая.

470. К ненасыщенным жирным высшим карбоновым кислотам относится:

- 1. пальмитиновая;

- 2. стеариновая;
- + 3. олеиновая;
- 4. масляная;
- 5. пентановая.

471. Для строения молекул жирных насыщенных кислот характерны следующие особенности:

- 1. система сопряженных двойных связей;
- 2. двойные связи несопряжены, они разделены  $sp^3$ -гибридным атомом углерода;
- + 3. зигзагообразная конформация углеродной цепи;
- 4. цис- конфигурация каждой двойной связи;
- 5. двойные связи, обычно, могут иметь как цис-, так и транс-конфигурацию.

472. Для строения молекул жирных ненасыщенных кислот характерны следующие особенности:

- 1. система сопряженных двойных связей;
- 2. транс-конфигурация каждой двойной связи;
- 3. цис-конфигурация одних и транс-конфигурация других двойных связей;
- 4. отсутствие конфигурация двойных связей;
- + 5. двойные связи несопряженные, каждая их пара разделена метиленовой группой.

473. К сложным омыляемым липидам относятся:

- 1. жиры;
- + 2. глицерофосфолипиды;
- 3. масла;
- 4. воски;
- 5. стероиды.

474. Глицерофосфолипиды по химической природе являются:

- 1. высшими карбоновыми кислотами;
- 2. многоатомными спиртами;
- 3. простыми эфирами глицерина и высших одноатомных спиртов;
- + 4. сложными эфирами L-фосфатидовых кислот;
- 5. сложными эфирами высших одноатомных спиртов и высших карбоновых кислот.

475. Обязательными компонентами бислоя клеточных мембран вследствие дифильности своего строения являются:

- 1. твердые жиры;

- 2. масла;
- 3. воски;
- 4. терпеноиды;
- + 5. глицерофосфолипиды.

476. Омыляемые липиды как сложные эфиры способны подвергаться гидролизу при нагревании:

- 1. только в кислой среде;
- 2. только в щелочной среде;
- + 3. как в кислой, так и в щелочной среде;
- 4. неверно, гидролиз вообще невозможен,
- 5. нет подходящего варианта ответа.

477. Продуктами гидролиза жиров в щелочной среде при нагревании являются:

- + 1. глицерин и соли, обычно, высших карбоновых кислот (мыло);
- 2. соль высшей карбоновой кислоты и высший одноатомный спирт;
- 3. глицерин, соли высших карбоновых кислот и соли фосфорной кислоты;
- 4. соли высшей карбоновой кислоты и высшего спирта;
- 5. глицерин, соли высших карбоновых кислот, соли фосфорной кислоты и, например, коламин.

478. По механизму реакция гидролиза омыляемых липидов, обычно, является реакцией:

- + 1.  $S_N$ ;
- 2.  $S_E$ ;
- 3.  $A_N$ ;
- 4.  $A_E$ ;
- 5.  $S_R$ .

479. В результате гидрирования на металлическом катализаторе из 3-линолеоил-2-пальмитоил-1-стеароилглицерина получается:

- 1. 3-(10,13-дигидроксистеароил)-2-пальмитоил-1-стеароилглицерин;
- 2. реакция не происходит;
- + 3. 2-пальмитоил-1,3-дистеароилглицерин;
- 4. 1,2,3-тристеароилглицерин;
- 5. 3-линолеоил-2-пальмитоил-1-олеоилглицерин.

480. В условиях организма окисление омыляемых липидов в насыщенных ацильных остатках происходит по механизму:

- 1. гидроксирование;
- 2. пероксидное окисление;
- + 3. ферментативное  $\beta$ -окисление;

- 4. окисление в этих условиях отсутствует;
- 5. нет правильного ответа.

481. В условиях организма окисление омыляемых липидов в ненасыщенных ацильных остатках происходит по механизму:

- 1. гидроксילирование;
- + 2. пероксидное окисление;
- 3. ферментативное  $\beta$ -окисление;
- 4. окисление в этих условиях отсутствует;
- 5. нет правильного ответа.

482. В стоматологии воски используются в качестве:

- 1. наполнителей;
- + 2. слепочного материала;
- 3. связующего;
- 4. реставрационного материала;
- 5. мономера

483. К фосфолипидам относится:

- 1. новокаин;
- + 2. фосфотидилсерин;
- 3. линолевая кислота;
- 4. триацилглицерины;
- 5. анестезин.

484. Фосфолипиды являются:

- 1. структурными компонентами белка;
- 2. структурными компонентами воска;
- + 3. структурными компонентами клеточных мембран;
- 4. структурными компонентами связующего;
- 5. структурными компонентами пептидов

485. Производными L-фосфатидовых кислот являются:

- 1. новокаин;
- + 2. лецитины;
- 3. воска;
- 4. триацилглицерины;
- 5. сфинголипиды.

486. Цетиловый эфир пальмитиновой кислоты относится к:

- 1. сложным липидам;
- 2. триацилглицеринам;
- + 3. воскам;



- 4. фосфолипидам;
- 5. жирам.

487. В состав пчелинного воска входит:

- 1. изопропилбензоат;
- + 2. мирицилпальмитат;
- 3. триацилглицерин;
- 4. бутилпентаноат;
- 5. изопропилпальмитат.

488. Главный компонент воска спермацета это:

- 1. изобутилстеарат;
- 2. изобутилпальмитат;
- 3. мирициллицитат;
- + 4. цетилпальмитат ;
- 5. пентилпальмитат.

489. В состав фосфолипидов входит высшие жирные кислоты:

- 1. только олеиновая;
- 2. линолевая и арахидоновая;
- + 3. палимитиновая и олеиновая;
- 4. только стеариновая;
- 5. пальмитиновая и стеариновая.

490. Молекулы фосфолипидов в структуре имеют:

- 1. цис- и транс- конфигурации;
- + 2. конфигурацию L-ряда;
- 3. конфигурацию D-ряда;
- 4. смешанную L- и D- конфигурацию;
- 5. нет конфигурационной изомерии.

491. В структуре фосфолипидов гидрофильная часть имеет:

- + 1. конформацию клешни;
- 2. конфигурацию транс-;
- 3. конфигурацию D-ряда;
- 4. конформацию зигзаг;
- 5. линейное строение.

492. К дифильным по отношению к воде структурам относятся:

- 1. триацилглицерины;
- 2. воска;
- 3. жиры;
- + 4. фосфолипиды;

- 5. простые липиды.

493. Структурные компоненты клеточных мембран это:

- 1. простые липиды;
- + 2. фосфатидилинозитолы;
- 3. триацилглицерины;
- 4. жирные кислоты;
- 5. пентилпальмитат.

494. В состав мембран клеток человека входят липиды:

- 1. воска;
- 2. простые липиды;
- + 3. фосфатидилхолины;
- 4. изобутилбензоат;
- 5. триацилглицерины.

495. Пероксидное окисление липидов протекает по механизму:

- 1. нуклеофильного замещения;
- + 2. свободно-радикального цепного процесса;
- 3. электрофильного и нуклеофильного присоединения;
- 4. электрофильного замещения;
- 5. радикального и электрофильного присоединения.

496. Процесс окисления насыщенных жирных кислот в организме называется:

- 1.  $\alpha$ -окислением;
- 2. смешанным окислением;
- + 3.  $\beta$ -окислением;
- 4. окислением в щелочной среде;
- 5. окислением в кислой среде.

497. Начальная стадия пероксидного окисления это:

- 1. протонирование;
- 2. кислотный катализ;
- 3. атака реагента;
- + 4. инициирование;
- 5. образование цепи.

498. Окислительные процессы с участием липидов и их структурных компонентов под действием:

- + 1.  $O_2$ , окислителей,  $\beta$ -окисление;
- 2. кислот и щелочей;
- 3. водной среды и  $\beta$ -окисление;

- 4. пероксидное окисление при охлаждении;
- 5. устойчивость к окислению.

499. Прогоркание жиров это процесс:

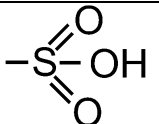
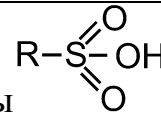
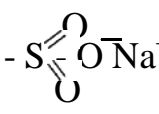
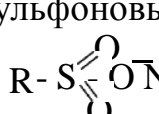
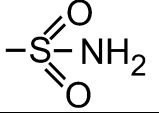
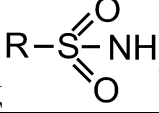


- 1. восстановления;
- 2. гидролиза;
- 3. солеобразования;
- 4. распада;
- + 5. окисления.

500. Основной причиной повреждения клеточных мембран является процесс:

- 1. кислотного гидролиза;
- 2. основного гидролиза;
- + 3. пероксидного окисления;
- 4. галогенирования;
- 5. солеобразования в воде.

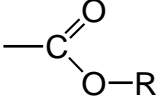
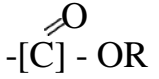
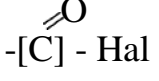
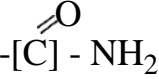
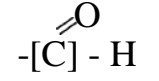
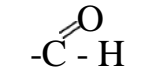
## ПРИЛОЖЕНИЕ

**Таблица 1. КЛАССИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ГРУППАМ**

№	Функциональная группа	Название функциональной группы	Название класса, общая формула
1.	2.	3.	4.
1.	-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор, бром, иод (галогены)	Галогенопроизводные <b>R-Hal</b>
2.	-OH	Гидроксильная – спиртовая, – фенольная	Спирты <b>R-OH</b> , Фенолы <b>Ar-OH</b> ,
3.	-OR	Алкоксильная	Простые эфиры <b>R-O-R</b>
4.	-SH	Тиольная	Тиолы (меркаптаны) <b>R-SH</b>
5.	-SR	Алкилтиольная	Сульфиды (тиоэфиры) <b>R-S-R</b>
6.	-S-S-	Дисульфидная	Дисульфид <b>R-S-S-R</b>
7.		Сульфоновая	Сульфокислоты 
8.			Соли сульфоновых кислот 
9.		Производные Сульфокислот	Сульфамид 
10.	-NH <sub>2</sub>	Аминогруппа	Амины первичные <b>R-NH<sub>2</sub></b>
11.	-NH-		Амины вторичные <b>R-NH-R</b>
12.			Амины третичные 


13.		Нитрогруппа	 Нитросоединения
14.	$-\text{C}\equiv\text{N}$	Цианогруппа	Нитрилы $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$
15.		Карбонильная (оксогруппа)	Альдегиды 
16.		Карбонильная (оксогруппа)	Кетоны 
17.		Карбоксильная	 Карбоновые кислоты
18.		Производные Карбоновых кислот	 Соли карбоновых кислот
19.		Алкоксикарбониль- ная	 Сложные эфиры
20.		Карбоксамидная	 Амиды
21.			 Ангидриды

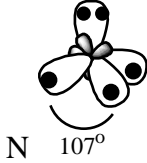
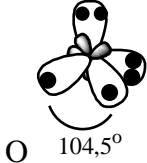
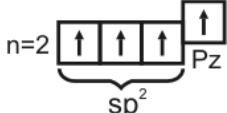
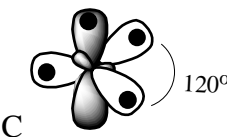
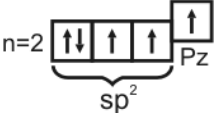
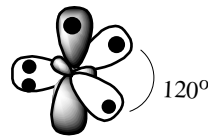
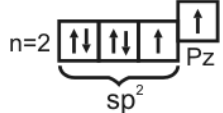
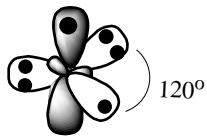
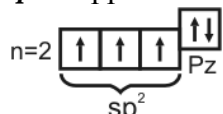
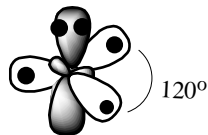
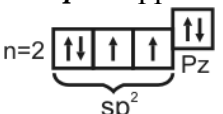
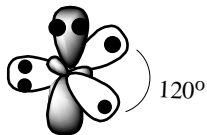
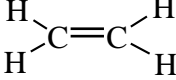
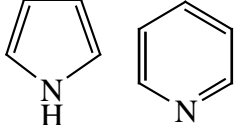
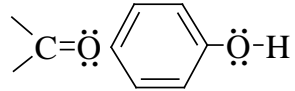
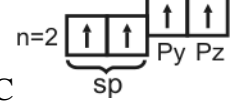
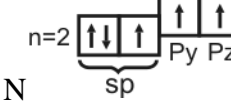
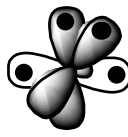
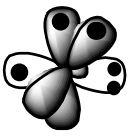
**Таблица 2. Префиксы и суффиксы, применяемые для обозначения некоторых заместителей и функциональных фрагментов**

Функциональная группа или фрагмент	Префикс	I суффикс	II суффикс
- [C] OOH	—	—	- овая кислота
- COOH	Карбокси -	—	- карбоновая кислота
- SO <sub>3</sub> H	Сульфо-	—	- сульфоновая кислота
	R...оксикарбонил	—	R...карбоксилат
	—	—	R... - оат
	—	—	- оилгалогенид
	—	—	- амид
- C ≡ N	Циано-	—	- карбонитрил
- [C] ≡ N	—	—	- нитрил
	Оксо -	—	- аль
	Формил -	—	- карбальдегид
- [C] = O	Оксо -	—	- он
- OH	Гидрокси -	—	- ол
- SH	Меркапто -	—	- тиол
- NH <sub>2</sub>	Амино -	—	- амин
Галогены - F, - Cl, - Br, - I	Фтор-, хлор-, бром-, иод-	—	—

дикалы(R) (алкилы-Alk)			
- CH <sub>3</sub>	метил -	} а Л К И Л	—
- C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	этил -		—
- CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>	пропил -		—
- CH (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	изопропил -	} а Л К О К С И	—
- OCH <sub>3</sub>	метокси -		—
- OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	этокси -		—
- NO <sub>2</sub>	нитро -		
- S - R	алкил тио -		
$\begin{array}{c}   \quad   \\ - C - C - \\   \quad   \\ - C = C \diagdown \\   \quad   \\ - C = C - \\   \quad   \end{array}$	— — —	- ан - - ен - - ин -	— — —

**Таблица 3. Валентные состояния атома углерода и гетероатомов**

	Валентные состояния атома углерода	Валентные состояния атома азота	Валентные состояния атома кислорода
Электронная формула C*_ возбуждённое состояние	$1s^2 2s^2 2p^2$ Валентный уровень $1s^2 2s^1 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^3$ Валентный уровень	$1s^2 2s^2 2p^4$ Валентный уровень
Электроннографическая формула валентного уровня	$\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \uparrow \quad P_x \quad P_y \quad P_z \\ C \quad 2s \quad 2p \end{array}$	$\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \uparrow \downarrow \quad P_x \quad P_y \quad P_z \\ N \quad 2s \quad 2p \end{array}$	$\begin{array}{c} \uparrow \downarrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \uparrow \downarrow \quad P_x \quad P_y \quad P_z \\ O \quad 2s \quad 2p \end{array}$
Электроннографическая формула $sp^3$ -гибридного атома	$\begin{array}{c} \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \underbrace{\hspace{2cm}} \\ C \quad sp^3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \uparrow \downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \underbrace{\hspace{2cm}} \\ N \quad sp^3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \uparrow \downarrow \uparrow \downarrow \uparrow \uparrow \\ n=2 \quad \underbrace{\hspace{2cm}} \\ O \quad sp^3 \end{array}$
Конфигурация атома тетрагональная, молекулы – тетраэдрическая	 C 109,5°		

			
Примеры	CH <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> - $\ddot{\text{N}}\text{H}_2$	CH <sub>3</sub> - $\ddot{\text{O}}\text{H}$
Электроннографическая формула <i>sp</i> <sup>2</sup> -гибридного атома	 	 <i>sp</i> <sup>2</sup> -пиридиновый 	 <i>sp</i> <sup>2</sup> -пиридиновый 
Конфигурация атома тригональная, молекулы – плоская		<i>sp</i> <sup>2</sup> -пиррольный  	<i>sp</i> <sup>2</sup> -пиррольный  
Примеры		 пиррол    пиридин	
Электроннографическая формула <i>sp</i> -гибридного атома			
Конфигурация атома дигональная, молекулы – линейная			—
Примеры	H - C ≡ C - H	R - C ≡ N:	



**Таблица 4. Электронные эффекты заместителей.**

Заместитель	Знак индуктивного эффекта (I)	Знак мезомерного эффекта (M)	Характер заместителя (электронодонор ЭД, электроноакцептор ЭА)
- Alk ( - R )			
- CH <sub>3</sub> , - C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> и т. д.	+ I	-	ЭД
- O	+ I	+ M	ЭД
- NH <sub>2</sub> ( -NHR, - NR <sub>2</sub> )	а) - I б) - I	+ M -	ЭД ( +M > - I ) ЭА
- OH ( - OR )	а) - I б) - I	+ M -	ЭД ( +M > - I ) ЭА
Галогены: - F, - Cl, - Br, - I	а) - I б) - I	+ M -	ЭА ( - I > + M ) ЭА
>C=O	а) - I б) - I	- M -	ЭА ЭА
- COOH	а) - I б) - I	- M -	ЭА ЭА
- SO <sub>3</sub> H	а) - I б) - I	- M -	ЭА ЭА
- NO <sub>2</sub>	а) - I б) - I	- M -	ЭА ЭА

**Таблица 5. Классификация заместителей по влиянию на реакционную способность и ориентацию в бензольное кольцо.**

Заместители I рода				Заместители II рода	
Активирующие электронодоноры		Деактивирующие электроноакцепторы		Деактивирующие электроноакцепторы - I - M	
+ I	+ M > - I	- I	- I > + M		
- Alk ( - CH <sub>3</sub> , - C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> и т. д. )	- NH <sub>2</sub> - NHR - NR <sub>2</sub> - NHCOR - OH  - OR	- CH <sub>2</sub> - Cl	- F - Cl - Br - I	- C = N - COOH - COOR - C $\begin{matrix} \curvearrowright \\ \text{H} \end{matrix}$ - C $\begin{matrix} \curvearrowright \\ \text{R} \end{matrix}$	- NO <sub>2</sub> $\oplus$ - NH <sub>3</sub> $\oplus$ - NR <sub>3</sub> - SO <sub>3</sub> H

**Таблица 6. Некоторые конформации молекул органических соединений.**

Углеводород	Название конформации	Проекционная формула	Формула Ньюмена	Соотношение конформеров
Этан $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	Заслоненная			1
	Заторможенная			100 ( $t^\circ = 25^\circ\text{C}$ )
Н – бутан $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Скошенная ("гош" -)			1
	трансоидная ("анти", "транс")			4
Циклогексан 	"ванна"			1
	"кресло"			1000
Метилцикло- гексан 	"кресло" с аксиальным положением заместителя			1
	"кресло" с экваториальным положением заместителя			100 ( $t = -110^\circ\text{C}$ )

**Таблица 7. Электроотрицательность по шкале Л. Полинга**

Номер периода	Номер группы в периодической системе элементов						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	H 2,1						
II	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
III	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
IV	K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
V							I 2,5

\*Электроотрицательность:  $Csp^3$  - 2,50;  $Csp^2$  - 2,69;  $Csp$  - 2,75.

**Таблица 8. Характеристика ковалентных связей.**

Тип связи	Длина связи (в нм)	Энергия связи ( $\pm 3$ кДж/моль) при 25°C	Дипольный момент ( $\mu$ , D)	Поляризуемость ( $cm^3$ )
C - C	0,154	344	0	1,3
C = C	0,134	615	0	4,2
C $\equiv$ C	0,120	812	0	6,2
C - N	0,147	292	1,1	1,5
C = N	0,127	615	1,5	3,8
C $\equiv$ N	0,115	890	4,0	4,8
C - O	0,143	350	1,5	1,5
C = O	0,121	725	3,2	3,3
H - C	0,109	415	0,4	1,7

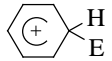
**Таблица 9. Электронное строение промежуточных активных частиц.**

Свободный радикал	$R - CH_2$ $\uparrow$ $Sp^2$		На $p_z$ - АО - один электрон
Карбокатион	$R - CH_2^+$ $\uparrow$ $Sp^2$		На $p_z$ - АО - нет Электронов
Карбоанион	$R - CH_2^-$ $\uparrow$ $Sp^2$		На $p_z$ - АО - два электрона

**Таблица 10. Классификация реагентов, участвующих в ионных реакциях.**

Электрофильные реагенты		Нуклеофильные реагенты	
Положительно заряженные ионы	Нейтральные молекулы	Отрицательно заряженные ионы	Нейтральные молекулы
$H^+$ , $Br^+$ , $-C^+$ $NO_2^+$ , $SO_3H^+$ $R-C(=O)^+$	$\delta^+$ $-C \rightarrow X$ $O=S(=O)^{\delta+}$	$H^-$ , $Br^-$ , $HO^-$ , $RO^-$ $HS^-$ , $RS^-$	$H_2\ddot{O}$ , $R\ddot{O}H$ , $R\ddot{S}H$ , $\ddot{N}H_3$ , $R\ddot{N}H_2$

**Таблица 11. Кислоты и основания Бренстеда.**

Типы кислот	Название классов органических соединений или катионов	Общая формула
<b>I. Нейтральные молекулы:</b>		
1. CH-кислоты	Углеводороды	$R-C \equiv C-H$
2. NH-кислоты	Амины, имины, амиды	$R-NH_2$ ; $R-NHR$ $R-C(=NH)-H$ ; $R-C(=O)-NH_2$
3. OH-кислоты	Спирты, фенолы, карбоновые кислоты	$R-OH$ , $Ar-OH$ $R-C(=O)OH$
4. SH-кислоты	Тиолы	$R-SH$
<b>II. Положительно заряженные ионы:</b>	1. Алкилоксониевый ион	$R-O^+H_2$
	2. Алкиламмониевый ион	$R-NH_3^+$
	3. $\sigma$ -комплекс	
<b>Типы оснований</b>	<b>Название класса органических соединений или анионов</b>	<b>Общая формула</b>
<b>I. Нейтральные молекулы</b> 1. n-основания (имеют атомы с парой e)		

а) аммониевые	Амины	$\text{R}\ddot{\text{N}}\text{H}_2 \quad \text{R}\ddot{\text{N}}\text{HR} \quad \text{R}_3\ddot{\text{N}}$
б) оксониевые	Спирты, фенолы, простые эфиры, карбоновые кислоты	$\text{R}-\ddot{\text{O}}\text{H} \quad \text{Ar}-\ddot{\text{O}}\text{H}$ $\text{R}\ddot{\text{O}}\text{R} \quad \text{R}-\overset{\ddot{\text{O}}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
в) сульфониевые	Тиолы, сульфиды	$\text{R}-\ddot{\text{S}}\text{H} \quad \text{R}-\ddot{\text{S}}-\text{R}$
2. π-основания	Алкены, алкины, арены	$\text{>C=C<} \quad \text{-C}\equiv\text{C-} \quad \text{C}_6\text{H}_6$
<b>II. Отрицательно заряженные ионы:</b>	Гидроксид-ион	$\bar{\text{O}}\text{H}$
	Алкоксид-ион	$\bar{\text{O}}\text{R}$
	Алкилтиолят-ион	$\bar{\text{S}}\text{R}$
	Амид-ион	$\bar{\text{N}}\text{H}_2$
	Ацилат-ион	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}^-$
	Енолят-ион	$\text{>C=C-O}^-$
	Фенолят-ион	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$
	Гидрид-ион	$\text{H}^-$

**Таблица 12. Значения рКа для некоторых кислот Бренстеда**

№ п/п	Схема реакции диссоциации кислот	рКа
1.	$\text{CH}_4 \rightleftharpoons \overset{\ominus}{\text{C}}\text{H}_3 + \text{H}^{\oplus}$	49
2.	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_2 = \overset{\ominus}{\text{C}}\text{H} + \text{H}^{\oplus}$	44
3.	$\text{NH}_3 \rightleftharpoons \overset{\ominus}{\text{N}}\text{H}_2 + \text{H}^{\oplus}$	36
4.	$\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_2 = \overset{\ominus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2 + \text{H}^{\oplus}$	35
5.	$\text{HC} = \text{CH} \rightleftharpoons \text{HC} = \overset{\ominus}{\text{C}} + \text{H}^{\oplus}$	26
6.	$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}^{\oplus}$	15,7

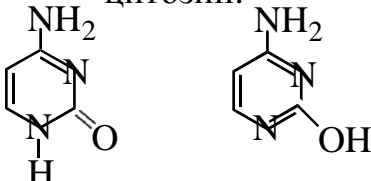
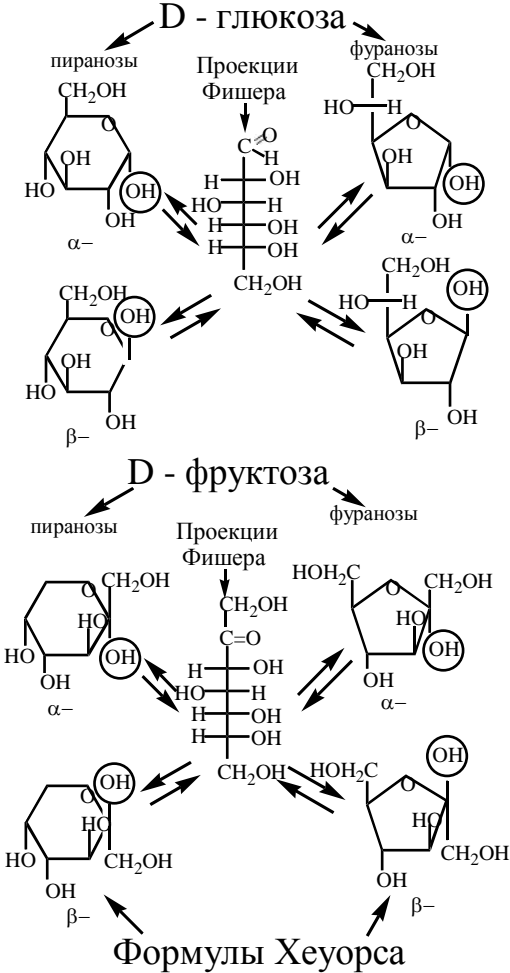
7.	$\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{O}^\ominus + \text{H}^+$	15,1
8.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^\ominus + \text{H}^+$	10,0
9.	$\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{SH}^\ominus + \text{H}^+$	7,0
10.	$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}^\ominus \end{array} + \text{H}^+$	4,8
11.	$\text{HF} \rightleftharpoons \text{F}^\ominus + \text{H}^+$	3,2
12.	$\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_3^\ominus + \text{H}^+$	- 1,4
13.	$\text{H}_3\text{O}^\oplus \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$	- 1,7
14.	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{HSO}_4^\ominus + \text{H}^+$	- 5,2
15.	$\text{HCl} \rightleftharpoons \text{Cl}^\ominus + \text{H}^+$	- 7,0
16.	$\text{HBr} \rightleftharpoons \text{Br}^\ominus + \text{H}^+$	- 9,0
17.	$\text{HI} \rightleftharpoons \text{I}^\ominus + \text{H}^+$	- 10

**Таблица 13. Шкала значений рКа некоторых кислот Бренстеда.**



\*Для кетонов, альдегидов и эфиров указан рКа для α-СН-кислотного центра

**Таблица 14. Типы таутомерных превращений молекул органических соединений**

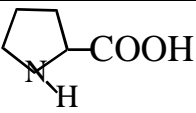
Вид таутомерии	Схема таутомерии	Примеры
Кето – еноль-ная	$\begin{array}{c} >C - C' < \\   \quad    \\ H^{\delta+} \quad O^{\delta-} \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} >C = C' < \\   \\ OH \end{array}$	<p align="center">ацетоуксусный эфир:</p> $\begin{array}{c} CH_3-C-CH_2-C-OC_2H_5 \\    \quad    \\ O \quad O \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} CH_3-C=CH-C-OC_2H_5 \\   \quad    \\ OH \quad O \end{array}$
Лактам – лак-тимная	$\begin{array}{c} & O^{\delta-} \\ &    \\ -N - C & \\   & \\ H^{\delta+} & \end{array} \rightleftharpoons -N = \overset{OH}{C}$	<p align="center">ЦИТОЗИН:</p> 
Цикло – оксо - (окси – оксо -) таутомерия	<p align="center">альдозы:</p> $\begin{array}{c} C=O \\   \\ (CHOH)_n \\   \\ CH_2OH \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} C-OH \\   \\ (CHOH)_n \\   \\ CH_2-O \end{array}$ <p align="center">кетозы:</p> $\begin{array}{c} CH_2OH \\   \\ C=O \\   \\ (CHOH)_n \\   \\ CH_2OH \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} CH_2OH \\   \\ C-OH \\   \\ (CHOH)_n \\   \\ CH_2-O \end{array}$	 <p align="center">Формулы Хеурса</p>

**Таблица 15. Структура различных классов гликозаминогликанов**

Класс гликозаминогликанов	Компоненты, входящие в состав дисахаридных единиц	Тип связей между моносахаридными остатками
Гиалуроновая кислота	1. D – глюкуроновая кислота 2. N-ацетил-2-D-глюкозамин	D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-люкозамин-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-глюкозамин-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4) и т. д.
Хондроитин - 4-сульфат (Хондроитин - сульфат А)	1. D – глюкуроновая кислота 2. N-ацетил-2-D-галактозамин - 4 – сульфат	D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-лактозамин-4-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-галактозамин-4-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4) и т. д.
Хондроитин - 6-сульфат (Хондроитин - сульфат С)	1. D - глюкуроновая кислота 2. N-ацетил-2-D-галактозамин - 6 – сульфат	D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-лактозамин-6-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-D-глюкуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-галактозамин-6-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4) и т. д.
Дерматан - сульфат (Хондроитин-сульфат В)	1. L – идуроновая кислота ( иногда D – глюкуроновая кислота) 2. N - ацетил - 2 - D- галактоза-мин - 4 – сульфат	L – идуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-галактозамин-4-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-L-идуроновая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3)-N-ацетил-2-D-галактозамин-4-сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3) и т. д.
Гепарин	1. D – глюкуронат – 2 - сульфат (иногда L-идуронат - 2 – сульфат) 2. N - сульфо - 2 - D – глюкозамин - 6 – сульфат	L -идуронат-2 –сульфат-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-N-сульфо-2-D-глюкозамин-6-сульфат ( $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4)-D-глюкуронат-2-сульфат ( $\beta$ -1, 4)-N-сульфо-2-D-глюкозамин-6 сульфат и т.д.
Альгиновая кислота	1. D-маннуровая кислота 2. L-гулуруновая кислота	D-маннуровая кислота-( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-L-гулуруновая кислота-( $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4)-D-маннуровая кислота( $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4)-L-гулуруновая кислота



Таблица 16. Структура природных α - аминокислот

Название	Структура	Код	pI
<u>Неполярные ( гидрофобные ) аминокислоты</u>			
1. Аланин-2-аминопропановая кислота	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ала	6, 02
2. Валин-2-аминовалериановая кислота	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Вал	5, 97
3. Лейцин-2-амино-4-метилпентановая кислота	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Лей	5, 98
4. Изолейцин (2-амино-3-метилпентановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH-CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Иле	6, 02
5. Фенилаланин (2-амино-3-фенилпропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \text{---} \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Фен	5, 98
6. Триптофан (2-амино-3-(индолил-3)-пропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \end{array}$	Три	5, 88
7. Метионин (2-амино-4-метилтиобутановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{S-CH}_3 \end{array}$	Мет	5, 75
8. Пролин (пирролидин-2-карбоновая кислота)		Про	6, 10
<u>Полярные ( гидрофильные ) незаряженные аминокислоты</u>			
1. Глицин (2-аминоэтановая кислота)	$\text{NH}_2\text{-CH-COOH}$	Гли	5, 97
2. Серин (2-амино-3-гидрокси-пропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Сер	5, 68

3. Треонин (2-амино-3-гидроксибутановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH-OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Тре	6, 58
4. Цистеин (2-амино-3-меркаптопропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$	Цис	5, 02
5. Тирозин (2-амино-3-(4-гидроксифенил)пропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2\text{-} \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle \text{-OH} \end{array}$	Тир	5, 65
6. Аспарагин (2-амино-3-карбомуилпропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CO-NH}_2 \end{array}$	Асн	5, 41
7. Глутамин (2-амино-4-карбомуилпропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{CO-NH}_2 \end{array}$	Глн	5, 65
<u>Отрицательно заряженные ( кислые ) аминокислоты</u>			
1. Аспарагиновая кислота (2-аминобутандиовая-1,4 кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	Асп	2, 97
2. Глутаминовая кислота (2-аминопентадиовая-1,5 кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	Глу	3, 22
<u>Положительно заряженные ( основные ) аминокислоты</u>			
1. Гистидин (2-амино-3-[имидазоллил-5]-пропановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \langle \text{Im} \rangle \end{array}$	Гис	7, 58
2. Лизин (2,6-диамино-гексановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_4 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Лиз	9, 74
3. Аргинин (2-амино-5-гуанидинопентановая кислота)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_3 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C=NH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Арг	10, 76

Таблица 17. Классификация органических полимеров.

По составу главной цепи макромолекулы	По структуре макромолекулы		По поведению при нагревании	По способу получения	
	Стереонерегулярные	Стереорегулярные			
<p>1. Карбоцепные</p> $\begin{array}{cccc}   &   &   &   \\ -C & -C & -C & -C- \\   &   &   &   \end{array}$	<p>Атактические</p> $\begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & R & H & H \\   &   &   &   &   &   &   \\ -C & \diagdown & /C & \diagdown & /C & \diagdown & /C \\   &   &   &   &   &   &   \\ R & H & R & H & H & H & R \end{array}$	<p>Изотактические</p> $\begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & H & H & H \\   &   &   &   &   &   &   \\ -C & \diagdown & /C & \diagdown & /C & \diagdown & /C \\   &   &   &   &   &   &   \\ R & H & R & H & R & H & R \end{array}$	Термореактивные реактопласты	Полимеризационные – аддиционные	
<p>2. Гетероцепные органические</p> $\begin{array}{cccc}   &   &   &   \\ -N & -C & -C & -N & -C & -C- \\   &   &   &   &   &   \\ H & & & H & & \end{array}$		<p>синдиотактические</p> $\begin{array}{ccccccc} B & H & H & B & H & H & B \\   &   &   &   &   &   &   \\ -C & \diagdown & /C & \diagdown & /C & \diagdown & /C \\   &   &   &   &   &   &   \\ H & B & H & B & H & H & \end{array}$	Термопластичные термопласты		Поликонденсационные
<p>3. Гетероцепные элементарноорганические</p> $\begin{array}{c} R \\   \\ -Me -O- \\   \\ R \end{array}$ <p>(Me=Al, Ti, Si)</p>		<p>диизотактические</p> $\begin{array}{ccccccc} H & H & H & H & H & H & H \\   &   &   &   &   &   &   \\ -C & \diagdown & /C & \diagdown & /C & \diagdown & /C \\   &   &   &   &   &   &   \\ R & R & R & R & R & R & R \end{array}$ <p>эритро-диизотактические</p> $\begin{array}{ccccccc} R^1 & R^1 & R^1 & R^1 & R^1 & R^1 & R^1 \\   &   &   &   &   &   &   \\ C & \diagdown & /C & \diagdown & /C & \diagdown & /C \\   &   &   &   &   &   &   \\ H & H & R & H & R & H & H \end{array}$			

**Таблица 18. Классификация оттисковых материалов от их физического состояния после отверждения.**



*Учебное издание*  
**Галаницкая Татьяна Александровна**

Биоорганическая химия.  
Руководство к лабораторным  
занятиям по биоорганической химии

учебно-методическое пособие

Редактор Галаницкая Т.А.  
Технический редактор Борисов И.А.  
Компьютерная верстка Пугачева О.В.

Подписано в печать\_\_\_\_\_. Формат бумаги 64x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага типографская №2. Ризография. Усл. печ. л.\_\_\_\_  
Уч.-изд.л.\_\_\_\_\_. Тираж\_\_\_\_ экз. Заказ №\_\_\_\_\_.

Издатель и полиграфическое исполнение: УО «Витебский  
государственный медицинский университет».  
ЛП № 02330/453 от 30.12.2013.  
Пр-т Фрунзе, 27, 210023, г. Витебск