

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания для самостоятельной работы**

**По дисциплине: Б1.Б.14 Органическая химия**

**для направления подготовки: 19.03.03 Продукты питания животного происхождения  
направленности:**

**Высокопродуктивные технологии обработки водных  
биологических ресурсов;**

**Квалификация выпускника, уровень подготовки:**

**бакалавр**

**Кафедра-разработчик: кафедра химии**

**Мурманск  
2020**

Составитель - Коновалова Ирина Никандровна, канд.техн.наук, профессор, профессор кафедры химии.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

- I. Общие организационно-методические указания
- II. Темы самостоятельной работы
- III. Список рекомендуемой литературы
- IV. Методические рекомендации по темам самостоятельной работы

**Целью** дисциплины «Органическая химия» является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для направления подготовки **19.03.03 Продукты питания животного происхождения**

**Задачи** изложения и изучения дисциплины «Органическая химия» – дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам органической химии, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины бакалавр направления подготовки **19.03.03 Продукты питания животного происхождения**

**должен:**

**Знать:** основные положения органической химии; химию основных классов органических соединений их генетическую связь, принципы классификации и номенклатуру органических соединений, строение органических соединений, типы химических реакций органических соединений, основные методы синтеза.

**Уметь:** проводить синтез органических соединений; использовать свойства органических систем при решении профессиональных задач; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; проводить очистку органических веществ в лабораторных условиях, определять основные физические характеристики органических веществ.

**Владеть:** методами синтеза органических веществ; выделения и очистки органических веществ; навыками выполнения химических лабораторных операций.

**Содержание разделов дисциплины:** Теоретические представления в органической химии. Углеводороды. Функциональные производные углеводородов. Понятие об элементоорганических и гетероциклических соединениях. Азотсодержащие соединения. Гетерофункциональные соединения. Природные биоорганические соединения.

Перечень тем самостоятельной работы<sup>1</sup>

№ п/п	Наименование тем самостоятельной работы
1	2
1	Теоретические представления в органической химии.
2	Углеводороды.
3	Функциональные производные углеводов.
4	Понятие об элементоорганических и гетероциклических соединениях.
5	Азотсодержащие органические соединения.
6	Гетерофункциональные соединения
7	Природные биоорганические соединения.

<sup>1</sup>Количество часов, отведенных на самостоятельную работу студентов по разделам дисциплины, определяется учебным планом и рабочей программой дисциплины для форм обучения -очная, заочная.

1. Петров, А. А. Органическая химия : учебник для вузов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко; под ред. М. Д. Стадничука. - 5-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Иван Федоров, 2002. - 624 с : ил. - ISBN 5-81940-067-4: 211-93; 146-30. (библиотека МГТУ: абонемент-45, читальный зал-1)
2. Артеменко, А. И. Органическая химия : учеб. пособие для вузов / А. И. Артеменко. - Москва : Высш. шк., 2003. - 605 с. : ил. - ISBN 5-06-004031-3 : 98-52. (библиотека МГТУ: абонемент-25, читальный зал-1)

**Дополнительная литература**

1. Практикум по органической химии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260501 (271200) "Технология продуктов общественного питания" направления подгот. дипломир. специалиста 260500 (655700) "Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания" / Г. И. Берестова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - [2-е изд., доп. и перераб.]. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. - 179 с. : ил. - Библиогр.: с. 178-179. - ISBN 978-5-86185-389-7 : 380-33. (библиотека МГТУ: абонемент-330, читальный зал-2)
2. Вопросы и задачи по органической химии : учеб. пособие для вузов / [Веселовская Т. К. и др.] ; под ред. Н. Н. Суворова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; репр. изд. [воспризведение 1988 г.]. - Москва : Альянс, 2012. - 255 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 244. - ISBN 978-5-91872-027-1 : 640-00. (библиотека МГТУ: абонемент-13, читальный зал-2)
3. Задачи и упражнения по органической химии. Монофункциональные кислородсодержащие соединения : учеб. пособие для вузов / Н. В. Степанова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 114 с. - Имеется электрон. аналог 2013 г. - Библиогр.: с. 112. - ISBN 978-5-86185-790-1 : 136-73. (библиотека МГТУ: абонемент-97, читальный зал-3)
4. Задачи и упражнения по органической химии. Азотосодержащие органические соединения : учеб. пособие для вузов / Н. В. Степанова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 95 с. - Имеется электрон. аналог 2014 г. - Библиогр.: с. 92. - ISBN 978-5-86185-798-7 : 115-59. (библиотека МГТУ: абонемент-97, читальный зал-3)
5. Степанова, Н. В. Задачи и упражнения по органической химии. Углеводороды : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260501 (271200) "Технология продуктов общественного питания" направления подгот. дипломир. специалиста 260500 (655700) "Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания" / Н. В. Степанова, И. Н. Коновалова; [под ред. И. Н. Коноваловой] ; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 172 с. : ил. - Библиогр.: с. 169-170. - ISBN 978-5-86185-614-0 : 295-49. (библиотека МГТУ: абонемент-183, читальный зал-2)

## IV СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема: Теоретические представления в органической химии.

Классификация, строение и номенклатура органических соединений; классификация органических реакций. Функциональные характеристические группы. Понятия об индуктивном и мезомерном эффектах. Основные методы синтеза органических соединений. Методы очистки органических соединений. Методы определения основных физических констант

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать:**

классификацию органических соединений  
классификацию органических реакций  
тип гибридизации атома углерода в органических соединениях, природу химических связей  
виды изомерии органических соединений  
факторы, влияющие на реакционную способность, понятие об мезомерном и индуктивном эффектах

**уметь:**

проводить синтез органических соединений  
использовать основные приемы обработки экспериментальных данных  
проводить очистку органических веществ в лабораторных условиях  
определять основные физические характеристики органических веществ.

#### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите классификацию органических соединений.
2. Тип гибридизации атома углерода в органических соединениях
3. Основные принципы систематической номенклатуры
4. Виды изомерии органических соединений. Что такое конформационные превращения и конформеры?
5. Классификация органических реакций
6. Что такое индуктивный и мезомерный эффект?
7. Что понимают под механизмом реакции в органической химии?

### **Тема: Углеводороды**

Алканы. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Алкильные радикалы. Получение алканов из нефти и природного газа. Синтетические способы получения: восстановлением галогенпроизводных углеводородов, гидролизом магнийгалогеналкилов, гидрированием непредельных углеводородов, из солей карбоновых кислот по реакции Кольбе, из галогенопроизводных по реакции Вюрца. Физические свойства алканов. Химические свойства: реакции с галогенами, азотной кислотой, сульфохлорирование и сульфоокисление, окисление и дегидрирование. Механизм реакций радикального замещения в алканах. Правило Зайцева. Свойства и способы получения отдельных представителей гомологического ряда алканов. Алкены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения: дегидрирование и крекинг алканов. Получение из галогенопроизводных, спиртов, частичным гидрированием алкинов. Физические свойства. Химические свойства: каталитическое гидрирование, реакции электрофильного присоединения. Объяснение правила Марковникова с точки зрения современных электронных представлений.

Окисление, озонирование, полимеризация. Отдельные представители: этилен, полиэтилен, пропилен, бутилен. Алкины. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные методы получения. Синтез из галогенпроизводных, алкилированием ацетилена. Физические свойства. Химические свойства: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, воды, спиртов, карбоновых кислот, синильной кислоты. Реакция полимеризации, конденсации с альдегидами и кетонами. Образование ацетиленидов. Отдельные представители: ацетилен, винилацетилен. Алкадиены Классификация, номенклатура. Углеводороды с сопряженными двойными связями: дивинил, изопрен. Способы получения, химические свойства. Ациклические углеводороды. Классификация, номенклатура, изомерия. Циклоалканы. Основные способы получения: из дигалогенопроизводных углеводородов, гидрированием ароматических соединений, циклизацией карбонильных соединений. Физические свойства. Химические свойства: реакции замещения, окисления, присоединения, дегидрирования. Арены ряда бензола (ароматические соединения). Природные источники ароматических углеводородов. Современные представления о строении бензола. Гомологический ряд бензола, изомерия, номенклатура. Получение гомологов бензола реакцией алкилирования. Физические свойства бензола и его гомологов. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (алкилирования, ацилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования). Правила замещения в бензольном ядре. Реакции присоединения водорода, галогенов, озона. Окисление бензола и его гомологов. Отдельные представители: бензол, толуол, ксилолы, этилбензол, изопропилбензол, стирол. Многоядерные ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Нафталин, его строение, химические свойства.

### **Требования к уровню освоения содержания темы**

#### **Изучив данную тему, студент должен:**

**Знать** гомологический ряд, изомерию, основные принципы международной и рациональной номенклатуры, виды изомерии, основные способы получения, физические и химические свойства:

алканов, алкенов, алкинов, алкадиенов, циклоалканов, аренов ряда бензола ароматических углеводородов

**иметь представление** о строении простейших представителей углеводородов

**уметь** в соответствии с правилами номенклатуры называть углеводороды исходя из их структурных формул, составлять структурные формулы по номенклатурным названиям; использовать правила Зайцева, Марковникова, правила замещения в бензольном ядре при написании схем реакций, характеризующих химические свойства углеводородов

### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

#### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Сформулируйте понятие гомологического ряда, гомологической разности. Какова общая формула гомологического ряда алканов? Напишите молекулярные формулы предельных углеводородов, содержащих 10, 14, 22 атомов углерода.
2. Напишите структурные формулы углеводородов состава  $C_8H_{18}$ , имеющих в главной цепи 6 углеродных атомов. Назовите их по систематической номенклатуре. Укажите вторичные и третичные атомы углерода.
3. Какое строение имеет углеводород состава  $C_{10}H_{22}$ , если он был получен электролизом водного раствора соли карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью дает тетраметилметан? Напишите схемы соответствующих реакций.

4. Установите строение карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью образует изобутан, а электролиз водного раствора ее соли приводит к 2,5-диметилгексану. Напишите схемы соответствующих реакций.
5. Получите 3-метилгексан, используя в качестве исходных веществ а) галогенпроизводное (восстановлением, по реакции Вюрца); б) карбоновые кислоты; в) непредельные углеводороды. Напишите схемы соответствующих реакций.
6. Напишите формулу несимметричного диэтилэтилена и назовите его по международной номенклатуре.
7. Найдите ошибки в номенклатуре алкенов, дайте правильное название: а) 2-этил-4-метил-2-метилгексан; б) 2,4-диметил-5-этилгексен-4
8. Дайте определение явлению *цис-транс*-изомерии. Чем объясняется факт существования *цис-транс*-изомерии у соединений с двойной углерод-углеродной связью? Почему изомерия подобного рода не наблюдается у насыщенных углеводородов?
9. Какие из приведенных алкенов могут существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров: а) пентен-2; б) 2-метилпентен-2; в) гексен-3; г) 3,4-диметилгексен-3; д) 3,4-диэтилгексен-3; е) 3,4-диэтилгексен-2? Изобразите формулы этих изомеров, назовите их.
10. При гидратации каких алкинов могут быть получены: а) ацетон; б) бутанон-2; в) 2-метилпентанон-3. Напишите схемы реакций, укажите условия их протекания. Почему с помощью данных реакций нельзя получить непредельные виниловые спирты?
11. Напишите схемы последовательных реакций метилэтилацетилен с 2 моль реагента а) гидрирования; б) бромирования; в) гидрохлорирования. Назовите промежуточные и конечные продукты, укажите условия протекания реакций.
12. Какие из перечисленных алкинов способны образовывать ацетилениды: а) метилацетилен; б) диметилацетилен; в) 4-метилпентин-1; г) 4-метилпентин-2. Напишите схемы реакций получения ацетиленидов меди.
13. Приведите структурные формулы углеводородов: а) транс-1,2-диметилциклопропан; б) 1,2-диэтилциклопентан; в) 1-метил-2-изопропилциклобутан; г) 1-бутил-3-метилциклогексан; д) изобутилциклооктан; е) цис-1,2-диметилциклопропан; ж) пропилциклопропан; з) 1,1-диметилциклобутан; и) 1,2,3-триэтилциклогексан; к) цис-1-метил-3-этилциклопентан. Отметьте структурные и геометрические изомеры.
14. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2,3-диметилбутадиен-1,3; б) 2,4-диметилгексадиен-2,4; в) 6,6-диметилоктадиен-1,4; г) пропADIEN; д) бутадиен-1,2; е) бутадиен-1,3; ж) гексадиен-1,5; з) 2-метилбутадиен-1,3; и) пентадиен-1,3; к) 6-метил-3-этилгептадиен-2,4; л) 2,4-диметилгексадиен-1,5; м) 4-диметилпентадиен-1,2. Каким из этих соединений отвечают тривиальные названия: дивинил, диаллил, пиперил, аллен, изопрен, метилаллен, метилизопрен? К какому типу диеновых углеводородов относится каждый из них?
15. Напишите схемы реакций: а) бромирования фенола; б) нитрования сульфобензола; в) сульфирования толуола.
16. Расположите соединения в порядке возрастания скорости хлорирования, объясните: метилбензол, этилбензол, анилин, нитробензол. Ответ поясните.
17. Напишите схемы реакций бромирования этилбензола а) без катализатора на свету; б) в присутствии катализатора ( $\text{FeCl}_3$ ).
18. Что легче алкилируется: бензол или хлорбензол? Поясните механизм реакции алкилирования этих соединений.
19. Исходя из бензола, используя ряд последовательных реакций, получите следующие соединения: а) м-бромнитробензол; б) о-хлорэтилбензол; в) п-нитробензойная кислота; г) м-нитробензолсульфоокислота; д) п-хлорбензойная кислота.
20. Исходя из бензола и любых других реагентов получите следующие соединения: а) п-трет-бутилтолуол; б) этил-п-толлилкетон; в) аллилбензол; г) п-бромбензойная кислота.

21. Исходя из нафталина, используя ряд последовательных реакций, получите следующие соединения: а) 4-бром-1-нитронафталин; б) 5-бром-1-нитронафталин.

**Тема: Функциональные производные углеводородов.**

Галогенопроизводные углеводородов. Классификация. Способы получения из алканов, циклоалканов, алкенов, алкинов, спиртов, ароматических углеводородов. Особенности получения фторо- и иодопроизводных. Физические свойства. Химические свойства, основные химические превращения. Реакции дегалогенирования, дегидрогалогенирования; реакции Вюрца и Вюрца-Фиттига. Особенности химических свойств галогенопроизводных непредельных и ароматических углеводородов. Спирты. Классификация алифатических спиртов. Одноатомные спирты. Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения: гидролизом галогеналканов, действием металлоорганических соединений на альдегиды и кетоны; гидратацией непредельных соединений, восстановлением карбонильных соединений. Физические свойства. Водородная связь, ее влияние на температуру кипения и растворимость спиртов. Химические свойства. Реакции с разрывом связи С-ОН и О-Н. Реакции со щелочными металлами, галогеноводородами, галогенидами фосфора, тионилхлоридом, образование простых и сложных эфиров. Реакции дегидратации, окисления и дегидрирования спиртов. Важнейшие представители: метиловый, этиловый, пропиловые и бутиловые спирты, их получение, применение.

Понятие о непредельных и ароматических спиртах.

Двухатомные спирты (гликоли). Методы получения, физические свойства. Особенности химических свойств: окисление, внутри- и межмолекулярная дегидратация, образование комплексных солей с гидроксидами металлов. Этиленгликоль: получение и применение. Глицерин как представитель трехатомных спиртов: получение из жиров, из пропилена, из пропаргилового спирта. Физические свойства. Химические свойства: образование глицератов, галогенгидринов, сложных эфиров, дегидратация, окисление. Применение глицерина в промышленности. Простые эфиры. Строение, номенклатура, химические свойства. Фенолы. Изомерия, номенклатура. Получение фенола кумольным способом, из сульфокислот, арилгалогенидов, солей диазония. Физические свойства фенолов. Химические свойства: кислотные свойства, образование простых и сложных эфиров. Применение фенолов. Фенолформальдегидные смолы, пластические массы. Альфа- и бета-нафтолы. Получение, свойства, применение.

Альдегиды и кетоны (оксосоединения). Изомерия, номенклатура. Получение альдегидов и кетонов: по реакции окисления, гидратацией ацетилена и его гомологов, сплавлением солей двухосновных карбоновых кислот со щелочами, по реакции оксосинтеза. Получение ароматических карбонильных соединений по реакции Фриделя-Крафтса. Физические свойства альдегидов и кетонов. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе; реакции присоединения с последующим отщеплением воды (образование иминов, оксимов, гидразонов); реакции, связанные с подвижностью атома водорода, находящегося в  $\alpha$ -положении по отношению к карбонильной группе (замещение на галогены, альдольно-кетоновая конденсация); окислительно-восстановительные реакции, реакция Канниццаро. Важнейшие представители: муравьиный альдегид, уксусный альдегид, ацетон, бензойный альдегид, ацетофенон.

Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Монокарбоновые (одноосновные) карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура. Способы получения: окислением углеводородов, первичных спиртов, альдегидов; из галогенпроизводных, нитрилов, через металлоорганические соединения. Физические свойства. Химические свойства: кислотные свойства, влияние строения углеводородного радикала на кислотные свойства, образование солей. Получение и свойства функциональных производных кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов и нитрилов. Дикарбоновые (двухосновные) кислоты. Особенности химических свойств. Ароматические кислоты (одно- и

многоосновные). Способы получения, химические свойства. Непредельные кислоты. Получение и химические свойства на примере акриловой и метакриловой кислот.

### **Требования к уровню освоения содержания темы**

#### **Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** гомологический ряд, изомерию, основные принципы международной и рациональной номенклатуры, виды изомерии, основные способы получения, физические и химические свойства:

галогенопроизводных углеводов, оксисоединений-одноатомных и многоатомных спиртов, простых эфиров, фенолов, оксисоединений-альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и их функциональных производных

**иметь представление** о строении простейших представителей функциональных производных углеводов, о влиянии водородной связи на физические свойства спиртов и кислот

**уметь** в соответствии с правилами номенклатуры называть функциональные производные углеводов исходя из их структурных формул, составлять структурные формулы по номенклатурным названиям; оценить влияние строения углеводородного радикала на степень диссоциации карбоновых кислот

### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

#### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите классификацию спиртов в зависимости от строения углеводородного радикала
2. Приведите структурные формулы всех изомерных спиртов состава а)  $C_3H_8O$  и б)  $C_4H_{10}O$ . Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Назовите их по систематической, рациональной и радикально-функциональной номенклатурам.
3. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по международной номенклатуре: а) диметилизопропилкарбинол; б) изопропилпропилкарбинол; в) бутилизобутилэтилкарбинол; г) *втор*-бутилметил-*трет*-бутилкарбинол; д) диэтилизобутилкарбинол.
4. Напишите схемы реакций взаимодействия хлорангидрида уксусной кислоты с: а) о-крезолом; б) о-дигидроксибензолом.
5. Напишите уравнения реакций взаимодействия фенола со следующими веществами: едким натром, уксусным ангидридом, бромной водой, азотной кислотой.
10. Какие высокомолекулярные соединения получают в промышленности на основе фенола?
11. Напишите структурные формулы простых эфиров состава  $C_4H_{10}O$ . Назовите эти соединения по радикально-функциональной и заместительной номенклатуре.
12. Сколько простых эфиров отвечает формуле  $C_4H_{10}O$ ? Приведите структурные формулы изомеров, назовите их.
13. Приведите структурные формулы соединений: а) 1-метоксибутан; б) 2-этокси-2-метилпропан; в) 1-пропокси-3-метилбутан; г) 1,2-диэтоксиэтан; д) 3-метоксипропен-1; е) 3-этоксипропин-1; ж) 4-метоксибутанол-1. Назовите соединения по радикально-функциональной номенклатуре (там, где это возможно).
14. Приведите схемы реакций получения следующих соединений (по четыре способа для каждого соединения): а) масляный альдегид; б) диэтилкетон; в)  $\beta$ -этилвалериановый альдегид; г) метилизопропилкетон.
15. Из бутилового спирта и неорганических реагентов предложите схемы получения: а) масляного альдегида; б) метилэтилкетона; в) диизопропилкетона; г) пропионового альдегида; д) дибутилкетона.
16. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетальдегида со следующими реагентами: а) с аммиачным раствором оксида серебра; б) с гидросульфитом натрия; в)

- с гидроксиламином; г) с циановодородом; д) с пентахлоридом фосфора; е) с этанолом; ж) с метилмагнийбромидом.
- 17 Напишите схемы реакций масляного альдегида и бутанона-2 с гидросульфитом натрия. Назовите образующиеся продукты. В каком случае реакция протекает с большей скоростью и почему?
  - 18 Объясните, почему реакция взаимодействия карбонильных соединений с гидросульфитом натрия может быть использована для очистки, выделения и идентификации альдегидов и некоторых кетонов?
  - 19 Какие кетоны могут быть выделены из смесей с помощью гидросульфита натрия, а какие нет? Ответ поясните.
  - 20 Сравните силу карбоновых кислот: уксусной, хлоруксусной, трихлоруксусной, трифторуксусной. Ответ поясните.
  - 21 Напишите схему реакции получения сложного эфира из метанола и изовалериановой кислоты. Приведите механизм реакции.
  - 22 Напишите схему реакции гидролиза: а) уксусного ангидрида; б) масляного ангидрида; в) хлорангидрида пропановой кислоты; г) амида 2-метилпропановой кислоты; д) этилацетата; е) метилпропионата. Назовите образующиеся продукты.
  - 23 Приведите схемы реакций получения метилбутирата, используя различные ацилирующие реагенты.
  - 24 Какие соединения образуются при взаимодействии уксусной кислоты со следующими реагентами: а)  $\text{NH}_3$  (при комнатной температуре и при нагревании); б)  $\text{NH}_3$  (при нагревании); в)  $\text{PCl}_5$ ; г) метанол в присутствии концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; д) хлор на свету без катализатора? Напишите уравнения соответствующих реакций и назовите образующиеся продукты.
  - 25 Напишите уравнения реакций взаимодействия пропионовой кислоты со следующими реагентами: а)  $\text{NaOH}$ ; б)  $\text{NaHCO}_3$ ; в)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; д)  $\text{CH}_3\text{MgI}$ . Назовите образующиеся соединения. Какое свойство пропионовой кислоты проявляется в этих реакциях? Какие из этих реакций можно использовать для качественного обнаружения карбоксильной группы в органических соединениях?
  - 26 Напишите схему реакции этерификации пропионовой кислоты этиловым спиртом в присутствии серной кислоты. Приведите механизм и с его помощью объясните следующие факты: а) в отсутствие минеральной кислоты реакция этерификации практически не идет; б) добавление воды приводит к уменьшению выхода эфира.
  - 27 Приведите схемы реакций получения следующих соединений несколькими способами: а) фениловый эфир изомасляной кислоты, б)  $\alpha$ -нафтиловый эфир валериановой кислоты; в) амид пропионовой кислоты; г) ангидрид масляной кислоты.

**Тема: Понятие об элементоорганических и гетероциклических соединениях.**

Строение, номенклатура, общие способы получения элементоорганических соединений. Общие реакции металлоорганических соединений.

Пятичленные и шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол, пиридин.

**Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**Знать** строение, номенклатуру, общие методы получения алифатических элементоорганических соединений, общие реакции металлоорганических соединений: расщепление простых связей, присоединение по месту двойных связей в карбонильной группе альдегидов и кетонов, реакции с эфирами карбоновых кислот, с диоксидом углерода; строение, ароматический характер, особенности химических свойств пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом: фурана, тиофена, пиррола и шестичленного гетероцикла с одним гетероатомом-пиридина.

**уметь** оценить природу химической связи элемент-углерод, оценить токсичность элементоорганического соединения в зависимости от природы гетероатома для живых организмов; оценить ароматический характер гетероцикла в зависимости от природы гетероатома

### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

#### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Понятие об элементоорганических соединениях. Какие соединения называют элементоорганическими?
2. Строение, номенклатура, общие способы получения алифатических элементоорганических соединений. Общие реакции металлоорганических соединений.
3. Приведите примеры реакций присоединения металлоорганических соединений по месту двойных связей в карбонильной группе альдегидов и кетонов, реакций с эфирами карбоновых кислот, с диоксидом углерода
4. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол, Ароматичность, особенности химических свойств, взаимные превращения фурана, тиофена, пиррола (реакция Юрьева)
5. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом- пиридин. Особенности химических свойств. Основность пиридина

#### **Тема: Азотсодержащие органические соединения.**

**Нитросоединения.** Получение алифатических и ароматических нитросоединений. Физические свойства. Химические свойства: реакции восстановления ароматических нитросоединений. Таутометрия нитросоединений. **Амины.** Классификация, номенклатура, изомерия. Кислотно-основные свойства первичных, вторичных и третичных аминов. Получение аминов из галогенпроизводных, восстановлением нитросоединений, нитрилов. Физические свойства аминов. Химические свойства аминов: образование солей, реакции алкилирования, ацилирования, взаимодействие с азотистой кислотой; особенности реакции нитрования ароматических аминов.

**Ароматические диазо- и азосоединения.** Реакция диазотирования. Строение и таутомерия диазосоединений. Химические свойства солей диазония: реакции, идущие с выделением азота: замещение диазогруппы на гидроксил, галогены, цианогруппу, нитрогруппу. Реакции, идущие без выделения азота: образование фенилгидразина, реакции азосочетания с аминами и фенолами. Понятие об азокрасителях.

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

##### **Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** гомологический ряд, изомерию, основные принципы международной и рациональной номенклатуры, виды изомерии, основные способы получения, физические и химические свойства: алифатических и ароматических нитросоединений, аминов, ароматических диазо- и азосоединений; таутомерию ароматических диазосоединений, свойства и использование солей диазония в органическом синтезе.

**Иметь представление** об использовании солей диазония в органическом синтезе, в производстве органических красителей

**уметь** в соответствии с правилами номенклатуры называть нитросоединения, амины исходя из их структурных формул, составлять структурные формулы по номенклатурным названиям.

**Порядок и методические указания по изучению темы:****При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите структурные формулы всех изомерных аминов состава а)  $C_3H_9N$  и б)  $C_4H_{11}N$ . Укажите первичные, вторичные и третичные амины. Назовите их по систематической и радикально-функциональной номенклатурам.
2. Какой вид изомерии характерен для монозамещенных производных анилина? Приведите структурные формулы изомеров а) хлоранилина; б) метиланилина. Назовите их.
3. Какие амины могут образоваться при взаимодействии аммиака и иодистого этила? Приведите схемы соответствующих реакций, назовите продукты.
4. Приведите схемы реакций получения аминов восстановлением нитросоединений: а) 1-нитропропана; б) 2-нитробутана; в) 2-нитро-2-метилпентана; г) м-динитробензола; д) м-нитробензолсульфо кислоты; е) 1-хлор-2,4-динитробензола. Назовите продукты реакций, укажите условия их проведения.
5. Приведите схемы реакций восстановления: а) нитрила уксусной кислоты; б) нитрила изомаляновой кислоты; в) динитрила янтарной кислоты; г) динитрила адипиновой кислоты. Назовите образующиеся амины.
6. Приведите схемы реакций последовательных превращений этиламина в тетраэтиламмониййодид.
7. Приведите схемы последовательных реакций, с помощью которых из толуола можно получить следующие амины: а) п-толуидин; б) п-аминобензойную кислоту; в) 2,4-диаминотолуол; г) 2,6-диаминобензойную кислоту.
8. Приведите схемы последовательных реакций синтеза втор-бутиламина из бутанола-1 и необходимых неорганических реагентов. Укажите условия протекания этих реакций.
9. Объясните наличие окраски азосоединений с точки зрения теории цветности. Какие функциональные группы называют хромофорами, ауксохромами?
10. Приведите схему реакции азосочетания фенола и о-бром-N,N-диметиланилина. Назовите образующийся азокраситель.
11. Напишите уравнения реакций азосочетания а) diazosоединения из м-метиланилина и  $\alpha$ -нафтола, б) diazosоединения из о-нитроанилина и 2-метилфенола. Назовите образующиеся соединения.
12. Как влияют нитрогруппы, находящиеся в орто- или пара-положениях арилдиазониевых солей, на скорость протекания реакции азосочетания? Ответ поясните.
13. Приведите схемы последовательных реакций получения следующих веществ из бензола через соответствующие diazosоединения: а) м-нитротолуола; б) м-иодтолуола; в) 3,5-дибромтолуола; г) 1,3,5-трибромбензола; д) трех изомеров толуиловой кислоты; е) трех изомеров метилфенолов (крезолов).
14. Приведите схемы последовательных реакций получения следующих веществ из толуола через соответствующие diazosоединения: а) м-нитротолуола; б) м-иодтолуола; в) 3,5-дибромтолуола; г) 1,3,5-трибромбензола; д) трех изомеров толуиловой кислоты; е) трех изомеров метилфенолов (крезолов).
15. Приведите структурные формулы следующих соединений: а) 2-нитро-3-метилпентан; б) 1,3-динитробензол; в) 2-нитро-3-этилгексан; г) 1,4-динитронафталин; д) 2-нитро-3,3-диметилпентан.
16. Приведите структурные формулы следующих соединений: а) 2-нитро-3,3-диметилбутан; б) 3-нитротолуол; в) 1-нитро-3-метилпентан; г) 3,4-динитропропан; д) 2-хлор-3-нитропентан.
17. Приведите структурные формулы изомерных динитрофенолов. Назовите их.

18. Сколько может существовать изомерных нитронафталинов и динитронафталинов? Приведите их структурные формулы и назовите.
19. Сколько существует изомерных динитробензолов? Какой из них легче всего получить? Приведите схемы соответствующих реакций и объясните.
20. Напишите схемы реакций взаимодействия: а) нитрометана с ацетальдегидом; б) нитроэтана с изомасляным альдегидом; в) нитроэтана с пропаналем; г) нитробутана с масляным альдегидом; д) нитробутана с метаналем.

**Тема: Гетерофункциональные соединения.**

Гидроксикислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения: гидролизом галогензамещенных кислот, из оксинитрилов, реакцией гидратации непредельных кислот. Физические свойства. Химические свойства оксикислот по карбоксильной и гидроксильной группам; свойства, обусловленные взаимным влиянием этих функциональных групп; поведение  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\gamma$ -оксикислот при нагревании. Оптическая изомерия и оптическая активность оксикислот. Образование зеркальных изомеров, диастереомеров, мезоформы и рацематов на примере молочной,  $\alpha, \beta$ -диоксимасляной и винной кислот. Способы разделения рацемических смесей. Оксокислоты (альдегидо- и кетокислоты). Классификация, изомерия, номенклатура. Общие методы получения на примере пировиноградной, ацетоуксусной кислот. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира. Кислотное и кетонное расщепление ацетоуксусного эфира.

**Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** гомологический ряд, изомерию, основные принципы международной и рациональной номенклатуры, виды изомерии, основные способы получения, физические и химические свойства: гидроксикислот, оксокислот, основные термины и понятия оптической изомерии на примере оксикислот, способы разделения рацемических смесей

**иметь представление** об использовании этилового эфира ацетоуксусной кислоты в органическом синтезе

**уметь** в соответствии с правилами номенклатуры называть окси- и оксокислоты исходя из их структурных формул, составлять структурные формулы по номенклатурным названиям, изображать пространственные оптические изомеры с помощью формул Фишера-Ньюмена.

**Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите структурные формулы всех изомерных одноосновных монооксикислот нормального (неразветвленного) строения с пятью углеродными атомами в составе молекулы. Назовите эти оксикислоты а) по систематической номенклатуре б) рассматривая их как производные валериановой кислоты.
2. Приведите структурные формулы всех изомерных одноосновных монооксикислот с четырьмя углеродными атомами в составе молекулы. Назовите эти оксикислоты а) по систематической номенклатуре б) рассматривая их как производные масляной или изомасляной кислот.
3. Приведите структурные формулы всех изомерных диоксипроизводных валериановой кислоты. Назовите их по систематической номенклатуре.
4. Приведите структурные формулы всех изомерных оксibenзойных кислот. Назовите их.

5. Какой альдегид следует взять для получения 2-гидрокси-3-метилбутановой кислоты оксинитрильным синтезом? Приведите схемы соответствующих реакций.
6. Приведите реакции получения оксикислот оксинитрильным синтезом, используя в качестве исходных веществ: а) уксусный альдегид; б) бутаналь; в) бутанон-2; г) ацетон. Назовите образующиеся оксикислоты.
7. Какую галогензамещенную кислоту следует взять для получения яблочной кислоты? Приведите схемы соответствующих реакций.
8. Приведите схемы реакций получения оксикислот с использованием следующих исходных соединений: а) хлоруксусная кислота; б)  $\alpha$ -броммасляная кислота; в) 2-хлорпентановая кислота. Назовите образующиеся оксикислоты.
9. Приведите схемы реакций получения оксикислот с использованием следующих исходных соединений: а) глиоксалева (оксоэтановая) кислота; б) пировиноградная (2-оксопропановая) кислота. Назовите образующиеся оксикислоты.
10. Получите оксикислоту из бутанона-2.
11. Охарактеризуйте химические свойства пировиноградной кислоты
12. Получите глиоксильную кислоту несколькими способами
13. Приведите способы получения этилового эфира ацетоуксусной кислоты.
14. Охарактеризуйте химические свойства этилового эфира ацетоуксусной кислоты
15. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира
16. Реакции кислотного и кетонного расщепления ацетоуксусного эфира
17. и его алкильных и ацильных производных.
18. Приведите схемы последовательных реакций получения оксикислот путем окисления следующих двухатомных спиртов: а) 2-метилпропандиол-1,2; б) 2,3-диметилбутандиол-1,2. Назовите образующиеся оксикислоты.
19. Приведите схемы синтезов: а) гликолевой (оксиуксусной) из уксусной кислоты; б) молочной ( $\alpha$ -оксипропионовой) из ацетилена; в)  $\alpha$ -оксиизомасляной из пропилена; г) миндальной (оксифенилуксусной) из толуола.
20. Дайте определения следующих понятий: а) оптическая активность; б) правовращающий энантиомер; в) удельное вращение; г) асимметрический атом углерода; д) зеркальные изомеры; е) диастереомеры; ж) рацематы; з) *D,L*-конфигурация; и) мезоформа.
21. Дайте определения следующих понятий: а) оптическая активность; б) левовращающий энантиомер; в) угол вращения; г) хиральный центр; д) стереоизомеры; е) диастереомеры; ж) рацемическая смесь; з) *R,S*-конфигурация.
22. Дайте определение рацемата и объясните отсутствие у него оптической активности.
23. Дайте определение мезоформы и объясните отсутствие у нее оптической активности.
24. Какое условие является необходимым и достаточным для проявления оптической изомерии? Как определить, исходя из формулы, может ли соединение существовать в виде энантиомеров?
25. Какие условия должны соблюдаться для наблюдения оптической активности? Сформулируйте правила, которые необходимо соблюдать при изображении проекционных формул Фишера?
26. Сравните следующие параметры для правовращающего и левовращающего изомеров *втор*-бутилового спирта (по литературным данным): а) температура кипения; б) температура плавления; в) удельное вращение; г) показатель преломления; д) растворимость в воде.
27. Приведите проекционные формулы оптических изомеров для следующих соединений: а) 2-аминопропановая кислота; б) 2-амино-3-гидроксипропановая кислота; в) 2-хлорпропановая кислота
28. Приведите проекционные формулы оптических изомеров 2-амино-3-метилпентановой кислоты. Выберите среди них пары диастереомеров.

**Тема: Природные биоорганические соединения.**

**Липиды.** Общая характеристика, распространение в природе, классификация. Простые липиды, жиры, масла. Нейтральные жиры: строение, состав, физические и химические свойства. Стерины, воски: строение и свойства. Понятие о фосфо- и гликолипидах.

**Углеводы.** Классификация, распространение в природе. Моносахариды. Классификация, строение. Оксикарбонильная и циклическая полуацетальная формы моносахаридов.. Стереохимия моноз: D- и L-ряды,  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы моносахаридов. Таутомерные превращения в растворах моносахаридов.. Физические свойства. Получение. Химические свойства: алкилирование, ацилирование, окисление, восстановление, реакции с синильной кислотой и фенилгидразином, действие щелочей. Гликозиды: строение свойства, распространение в природе. Отдельные представители: глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза. Дисахариды, их классификация. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Невосстанавливающие дисахариды: сахароза. Полисахариды. Строение, свойства. Крахмал и целлюлоза: распространение в природе, строение, гидролиз, применение. Химические свойства целлюлозы. Хитин, хитозан: строение, получение из хитинсодержащего сырья, применение.

**Белки.** Образование пептидной связи. Понятие о первичной, вторичной и третичной структуре белков. Классификация белков. Физико-химические свойства белков. Белки как амфотерные полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка белков; процесс денатурации. Цветные реакции на белки.

**Требования к уровню освоения содержания темы****Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** классификацию, строение, физические и химические свойства, номенклатуру, распространение в природе природных биорганических соединений: липидов, моносахаридов, дисахаридов, полисахаридов.

**иметь представление** о структуре белков их классификации, физико-химических свойствах, качественных реакциях на белки

**уметь** изображать циклические формы моносахаридов и дисахаридов с помощью формул Фишера-Ньюмена и Хеуорса

**Порядок и методические указания по изучению темы:****При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите схему реакции образования пептидной связи при взаимодействии аминокислот глицина и аланина.
2. Понятие о первичной, вторичной и третичной структуре белков.
3. Приведите классификацию белков.
4. Охарактеризуйте физико-химические свойства белков.
5. Белки как амфотерные полиэлектролиты.
6. Что называют изоэлектрической точкой белков.
7. Что представляет собой процесс денатурации белков.
8. Приведите цветные реакции на белки.
9. Приведите классификацию липидов
10. Строение и свойства триглицеридов
11. Какие кислоты входят в состав жиров?
12. Какие из перечисленных ниже соединений образуются при гидролизе жиров?
13. а) одноатомные спирты; б) глицерин; в) этиленгликоль;
14. г) муравьиная кислота; г) пальмитиновая кислота.
15. Сколько изомеров имеет жир, в состав молекулы которого входят один остаток пальмитиновой и два остатка стеариновой кислот?

16. Какой углевод входит в состав РНК?
17. Какой углевод входит в состав ДНК?
18. Чем отличаются по строению крахмал и гликоген?
19. В чем заключается разница в строении крахмала и целлюлозы?
20. Чем отличаются между собой по отношению к воде сахароза, целлюлоза и крахмал?
21. Напишите фуранозные формы следующих углеводов: а) D-арабинозы; б) L-галактозы; в) D-ксилозы; г) L-сорбозы.
22. Напишите пиранозные формы следующих углеводов:
23. а) L-идозы; б) D-гулозы; в) D-лихтозы.
24. Приведите формулы углеводов: а) L-глюкозы (открытая форма); б)  $\alpha$ ,D-глюкофуранозы; в) L-галактозы (открытая форма); г)  $\beta$ ,L-галактопиранозы; д) D-рибозы (открытая форма).
25. Приведите формулу лактозы. Напишите формулы двух других дисахаридов, образованных остатками тех же моносахаридов, что и лактоза. Напишите для одного из моносахаридов открытую L-форму.
26. Приведите структурную формулу сахарозы. Остатки каких моносахаридов образуют этот дисахарид?
27. Фруктоза не содержит альдегидную группу, но дает реакцию «серебряного зеркала». За счет какой перегруппировки, происходящей в щелочной среде, это происходит?
28. Что является конечным продуктом гидролиза крахмала? Как можно подтвердить это экспериментально?
29. Сахарозу подвергните гидролизу. Для полученных соединений напишите схем реакций, характеризующих их химические свойства. Каким дисахаридом является сахароза - восстанавливающим или невосстанавливающим? Ответ поясните.

### **Примерный перечень вопросов и заданий для собеседований по темам самостоятельной работы студентов**

#### Тема: Теоретические представления в органической химии.

8. Приведите классификацию органических соединений.
9. Тип гибридизации атома углерода в органических соединениях
10. Основные принципы систематической номенклатуры
11. Виды изомерии органических соединений. Что такое конформационные превращения и конформеры?
12. Классификация органических реакций
13. Что такое индуктивный и мезомерный эффект?
14. Что понимают под механизмом реакции в органической химии?

#### Тема: Углеводороды.

22. Сформулируйте понятие гомологического ряда, гомологической разности. Какова общая формула гомологического ряда алканов? Напишите молекулярные формулы предельных углеводородов, содержащих 10, 14, 22 атомов углерода.
23. Напишите структурные формулы углеводородов состава  $C_8H_{18}$ , имеющих в главной цепи 6 углеродных атомов. Назовите их по систематической номенклатуре. Укажите вторичные и третичные атомы углерода.
24. Какое строение имеет углеводород состава  $C_{10}H_{22}$ , если он был получен электролизом водного раствора соли карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью дает тетраметилметан? Напишите схемы соответствующих реакций.
25. Установите строение карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью образует изобутан, а электролиз водного раствора ее соли приводит к 2,5-диметилгексану. Напишите схемы соответствующих реакций.

26. Получите 3-метилгексан, используя в качестве исходных веществ а) галогенпроизводное (восстановлением, по реакции Вюрца); б) карбоновые кислоты; в) непредельные углеводороды. Напишите схемы соответствующих реакций.
27. Напишите формулу несимметричного диэтилэтлена и назовите его по международной номенклатуре.
28. Найдите ошибки в номенклатуре алкенов, дайте правильное название: а) 2-этил-4-метил-2-метилгексан; б) 2,4-диметил-5-этилгексен-4
29. Дайте определение явлению *цис-транс*-изомерии. Чем объясняется факт существования *цис-транс*-изомерии у соединений с двойной углерод-углеродной связью? Почему изомерия подобного рода не наблюдается у насыщенных углеводородов?
30. Какие из приведенных алкенов могут существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров: а) пентен-2; б) 2-метилпентен-2; в) гексен-3; г) 3,4-диметилгексен-3; д) 3,4-диэтилгексен-3; е) 3,4-диэтилгексен-2? Изобразите формулы этих изомеров, назовите их.
31. При гидратации каких алкинов могут быть получены: а) ацетон; б) бутанон-2; в) 2-метилпентанон-3. Напишите схемы реакций, укажите условия их протекания. Почему с помощью данных реакций нельзя получить непредельные виниловые спирты?
32. Напишите схемы последовательных реакций метилэтилацетилен с 2 моль реагента а) гидрирования; б) бромирования; в) гидрохлорирования. Назовите промежуточные и конечные продукты, укажите условия протекания реакций.
33. Какие из перечисленных алкинов способны образовывать ацетилениды: а) метилацетилен; б) диметилацетилен; в) 4-метилпентин-1; г) 4-метилпентин-2. Напишите схемы реакций получения ацетиленидов меди.
34. Приведите структурные формулы углеводородов: а) транс-1,2-диметилциклопропан; б) 1,2-диэтилциклопентан; в) 1-метил-2-изопропилциклобутан; г) 1-бутил-3-метилциклогексан; д) изобутилциклооктан; е) цис-1,2-диметилциклопропан; ж) пропилциклопропан; з) 1,1-диметилциклобутан; и) 1,2,3-триэтилциклогексан; к) цис-1-метил-3-этилциклопентан. Отметьте структурные и геометрические изомеры.
35. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2,3-диметилбутadiен-1,3; б) 2,4-диметилгексадиен-2,4; в) 6,6-диметилоктадиен-1,4; г) пропadiен; д) бутadiен-1,2; е) бутadiен-1,3; ж) гексадиен-1,5; з) 2-метилбутadiен-1,3; и) пентадиен-1,3; к) 6-метил-3-этилгептадиен-2,4; л) 2,4-диметилгексадиен-1,5; м) 4-диметилпентадиен-1,2. Каким из этих соединений отвечают тривиальные названия: дивинил, диаллил, пиперил, аллен, изопрен, метилаллен, метилизопрен? К какому типу диеновых углеводородов относится каждый из них?
36. Напишите схемы реакций: а) бромирования фенола; б) нитрования сульфобензола; в) сульфирования толуола.
37. Расположите соединения в порядке возрастания скорости хлорирования, объясните: метилбензол, этилбензол, анилин, нитробензол. Ответ поясните.
38. Напишите схемы реакций бромирования этилбензола а) без катализатора на свету; б) в присутствии катализатора ( $\text{FeCl}_3$ ).
39. Что легче алкилируется: бензол или хлорбензол? Поясните механизм реакции алкилирования этих соединений.
40. Исходя из бензола, используя ряд последовательных реакций, получите следующие соединения: а) м-бромнитробензол; б) о-хлорэтилбензол; в) п-нитробензойная кислота; г) м-нитробензолсульфокислота; д) п-хлорбензойная кислота.
41. Исходя из бензола и любых других реагентов получите следующие соединения: а) *трет*-бутилтолуол; б) этил-п-толлилкетон; в) аллилбензол; г) п-бромбензойная кислота.
42. Исходя из нафталина, используя ряд последовательных реакций, получите следующие соединения: а) 4-бром-1-нитронафталин; б) 5-бром-1-нитронафталин.

Тема: Функциональные производные углеводов.

6. Приведите классификацию спиртов в зависимости от строения углеводородного радикала
7. Приведите структурные формулы всех изомерных спиртов состава а)  $C_3H_8O$  и б)  $C_4H_{10}O$ . Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Назовите их по систематической, рациональной и радикально-функциональной номенклатурам.
8. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по международной номенклатуре: а) диметилизопропилкарбинол; б) изопропилпропилкарбинол; в) бутилизобутилэтилкарбинол; г) *втор*-бутилметил-*трет*-бутилкарбинол; д) диэтилизобутилкарбинол.
9. Напишите схемы реакций взаимодействия хлорангидрида уксусной кислоты с: а) о-крезолом; б) о-дигидроксибензолом.
10. Напишите уравнения реакций взаимодействия фенола со следующими веществами: едким натром, уксусным ангидридом, бромной водой, азотной кислотой.
28. Какие высокомолекулярные соединения получают в промышленности на основе фенола?
29. Напишите структурные формулы простых эфиров состава  $C_4H_{10}O$ . Назовите эти соединения по радикально-функциональной и заместительной номенклатуре.
30. Сколько простых эфиров отвечает формуле  $C_4H_{10}O$ ? Приведите структурные формулы изомеров, назовите их.
31. Приведите структурные формулы соединений: а) 1-метоксибутан; б) 2-этокси-2-метилпропан; в) 1-пропокси-3-метилбутан; г) 1,2-диэтоксиэтан; д) 3-метоксипропен-1; е) 3-этоксипропин-1; ж) 4-метоксибутанол-1. Назовите соединения по радикально-функциональной номенклатуре (там, где это возможно).
32. Приведите схемы реакций получения следующих соединений (по четыре способа для каждого соединения): а) масляный альдегид; б) диэтилкетон; в)  $\beta$ -этилвалериановый альдегид; г) метилизопропилкетон.
33. Из бутилового спирта и неорганических реагентов предложите схемы получения: а) масляного альдегида; б) метилэтилкетона; в) диизопропилкетона; г) пропионового альдегида; д) дибутилкетона.
34. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетальдегида со следующими реагентами: а) с аммиачным раствором оксида серебра; б) с гидросульфитом натрия; в) с гидроксиламином; г) с циановодородом; д) с пентахлоридом фосфора; е) с этанолом; ж) с метилмагнийбромидом.
35. Напишите схемы реакций масляного альдегида и бутанона-2 с гидросульфитом натрия. Назовите образующиеся продукты. В каком случае реакция протекает с большей скоростью и почему?
36. Объясните, почему реакция взаимодействия карбонильных соединений с гидросульфитом натрия может быть использована для очистки, выделения и идентификации альдегидов и некоторых кетонов?
37. Какие кетоны могут быть выделены из смесей с помощью гидросульфита натрия, а какие нет? Ответ поясните.
38. Сравните силу карбоновых кислот: уксусной, хлоруксусной, трихлоруксусной, трифторуксусной. Ответ поясните.
39. Напишите схему реакции получения сложного эфира из метанола и изовалериановой кислоты. Приведите механизм реакции.
40. Напишите схему реакции гидролиза: а) уксусного ангидрида; б) масляного ангидрида; в) хлорангидрида пропановой кислоты; г) амида 2-метилпропановой кислоты; д) этилацетата; е) метилпропионата. Назовите образующиеся продукты.
41. Приведите схемы реакций получения метилбутирата, используя различные ацилирующие реагенты.
42. Какие соединения образуются при взаимодействии уксусной кислоты со следующими реагентами: а)  $NH_3$  (при комнатной температуре и при нагревании); б)  $NH_3$  (при нагревании); в)  $PCl_5$ ; г) метанол в присутствии концентрированной  $H_2SO_4$ ; д) хлор на

- 43 свету без катализатора? Напишите уравнения соответствующих реакций и назовите образующиеся продукты.
- 44 Напишите уравнения реакций взаимодействия пропионовой кислоты со следующими реагентами: а) NaOH; б) NaHCO<sub>3</sub>; в) NH<sub>4</sub>OH; г) Ca(OH)<sub>2</sub>; д) CH<sub>3</sub>MgI. Назовите образующиеся соединения. Какое свойство пропионовой кислоты проявляется в этих реакциях? Какие из этих реакций можно использовать для качественного обнаружения карбоксильной группы в органических соединениях?
- 45 Напишите схему реакции этерификации пропионовой кислоты этиловым спиртом в присутствии серной кислоты. Приведите механизм и с его помощью объясните следующие факты: а) в отсутствие минеральной кислоты реакция этерификации практически не идет; б) добавление воды приводит к уменьшению выхода эфира.
- 46 Приведите схемы реакций получения следующих соединений несколькими способами: а) фениловый эфир изомасляной кислоты, б) α-нафтиловый эфир валериановой кислоты; в) амид пропионовой кислоты; г) ангидрид масляной кислоты.

Тема: Понятие об элементоорганических и гетероциклических соединениях

6. Понятие об элементоорганических соединениях. Какие соединения называют элементоорганическими?
7. Строение, номенклатура, общие способы получения алифатических элементоорганических соединений. Общие реакции металлоорганических соединений.
8. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол, Ароматичность, особенности химических свойств, взаимные превращения фурана, тиофена, пиррола (реакция Юрьева)
9. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом- пиридин. Особенности химических свойств. Основность пиридина

Тема: Азотсодержащие органические соединения.

21. Приведите структурные формулы всех изомерных аминов состава а) C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>N и б) C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>N. Укажите первичные, вторичные и третичные амины. Назовите их по систематической и радикально-функциональной номенклатурам.
22. Какой вид изомерии характерен для монозамещенных производных анилина? Приведите структурные формулы изомеров а) хлоранилина; б) метиланилина. Назовите их.
23. Какие амины могут образоваться при взаимодействии аммиака и иодистого этила? Приведите схемы соответствующих реакций, назовите продукты.
24. Приведите схемы реакций получения аминов восстановлением нитросоединений: а) 1-нитропропана; б) 2-нитробутана; в) 2-нитро-2-метилпентана; г) м-динитробензола; д) м-нитробензолсульфокислоты; е) 1-хлор-2,4-динитробензола. Назовите продукты реакций, укажите условия их проведения.
25. Приведите схемы реакций восстановления: а) нитрила уксусной кислоты; б) нитрила изомасляной кислоты; в) динитрила янтарной кислоты; г) динитрила адипиновой кислоты. Назовите образующиеся амины.
26. Приведите схемы реакций последовательных превращений этиламина в тетраэтиламмониййодид.
27. Приведите схемы последовательных реакций, с помощью которых из толуола можно получить следующие амины: а) п-толуидин; б) п-аминобензойную кислоту; в) 2,4-диаминотолуол; г) 2,6-диаминобензойную кислоту.

28. Приведите схемы последовательных реакций синтеза втор-бутиламина из бутанола-1 и необходимых неорганических реагентов. Укажите условия протекания этих реакций.
29. Объясните наличие окраски азосоединений с точки зрения теории цветности. Какие функциональные группы называют хромофорами, ауксохромами?
30. Приведите схему реакции азосочетания фенола и о-бром-N,N-диметиланилина. Назовите образующийся азокраситель.
31. Напишите уравнения реакций азосочетания а) diaзосоединения из м-метиланилина и  $\alpha$ -нафтола, б) diaзосоединения из о-нитроанилина и 2-метилфенола. Назовите образующиеся соединения.
32. Как влияют нитрогруппы, находящиеся в орто- или пара-положениях арилдиазониевых солей, на скорость протекания реакции азосочетания? Ответ поясните.
33. Приведите схемы последовательных реакций получения следующих веществ из бензола через соответствующие diaзосоединения: а) м-нитротолуола; б) м-иодтолуола; в) 3,5-дибромтолуола; г) 1,3,5-трибромбензола; д) трех изомеров толуиловой кислоты; е) трех изомеров метилфенолов (крезолов).
34. Приведите схемы последовательных реакций получения следующих веществ из толуола через соответствующие diaзосоединения: а) м-нитротолуола; б) м-иодтолуола; в) 3,5-дибромтолуола; г) 1,3,5-трибромбензола; д) трех изомеров толуиловой кислоты; е) трех изомеров метилфенолов (крезолов).
35. Приведите структурные формулы следующих соединений: а) 2-нитро-3-метилпентан; б) 1,3-динитробензол; в) 2-нитро-3-этилгексан; г) 1,4-динитронафталин; д) 2-нитро-3,3-диметилпентан.
36. Приведите структурные формулы следующих соединений: а) 2-нитро-3,3-диметилбутан; б) 3-нитротолуол; в) 1-нитро-3-метилпентан; г) 3,4-динитропропан; д) 2-хлор-3-нитропентан.
37. Приведите структурные формулы изомерных динитрофенолов. Назовите их.
38. Сколько может существовать изомерных нитронафталинов и динитронафталинов? Приведите их структурные формулы и назовите.
39. Сколько существует изомерных динитробензолов? Какой из них легче всего получить? Приведите схемы соответствующих реакций и объясните.
40. Напишите схемы реакций взаимодействия: а) нитрометана с ацетальдегидом; б) нитроэтана с изомасляным альдегидом; в) нитроэтана с пропаналем; г) нитробутана с масляным альдегидом; д) нитробутана с метаналем.

Тема: Гетерофункциональные соединения. Гидроокислоты. Оксокислоты

29. Приведите структурные формулы всех изомерных одноосновных монооксикислот нормального (неразветвленного) строения с пятью углеродными атомами в составе молекулы. Назовите эти оксикислоты а) по систематической номенклатуре б) рассматривая их как производные валериановой кислоты.
30. Приведите структурные формулы всех изомерных одноосновных монооксикислот с четырьмя углеродными атомами в составе молекулы. Назовите эти оксикислоты а) по систематической номенклатуре б) рассматривая их как производные масляной или изомасляной кислот.
31. Приведите структурные формулы всех изомерных диоксипроизводных валериановой кислоты. Назовите их по систематической номенклатуре.
32. Приведите структурные формулы всех изомерных оксibenзойных кислот. Назовите их.
33. Какой альдегид следует взять для получения 2-гидрокси-3-метилбутановой кислоты оксинитрильным синтезом? Приведите схемы соответствующих реакций.

34. Приведите реакции получения оксикислот оксинитрильным синтезом, используя в качестве исходных веществ: а) уксусный альдегид; б) бутаналь; в) бутанон-2; г) ацетон. Назовите образующиеся оксикислоты.
35. Какую галогензамещенную кислоту следует взять для получения яблочной кислоты? Приведите схемы соответствующих реакций.
36. Приведите схемы реакций получения оксикислот с использованием следующих исходных соединений: а) хлоруксусная кислота; б)  $\alpha$ -броммасляная кислота; в) 2-хлорпентановая кислота. Назовите образующиеся оксикислоты.
37. Приведите схемы реакций получения оксикислот с использованием следующих исходных соединений: а) глиоксалева (оксоэтановая) кислота; б) пировиноградная (2-оксопропановая) кислота. Назовите образующиеся оксикислоты.
38. Получите оксикислоту из бутанона-2.
39. Охарактеризуйте химические свойства пировиноградной кислоты
40. Получите глиоксиловую кислоту несколькими способами
41. Приведите способы получения этилового эфира ацетоуксусной кислоты.
42. Охарактеризуйте химические свойства этилового эфира ацетоуксусной кислоты
43. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира
44. Реакции кислотного и кетонного расщепления ацетоуксусного эфира
45. и его алкильных и ацильных производных.
46. Приведите схемы последовательных реакций получения оксикислот путем окисления следующих двухатомных спиртов: а) 2-метилпропандиол-1,2; б) 2,3-диметилбутандиол-1,2. Назовите образующиеся оксикислоты.
47. Приведите схемы синтезов: а) гликолевой (оксиуксусной) из уксусной кислоты; б) молочной ( $\alpha$ -оксипропионовой) из ацетилена; в)  $\alpha$ -оксиизомасляной из пропилена; г) миндальной (оксифенилуксусной) из толуола.
48. Дайте определения следующих понятий: а) оптическая активность; б) правовращающий энантиомер; в) удельное вращение; г) асимметрический атом углерода; д) зеркальные изомеры; е) диастереомеры; ж) рацематы; з) *D,L*-конфигурация; и) мезоформа.
49. Дайте определения следующих понятий: а) оптическая активность; б) левовращающий энантиомер; в) угол вращения; г) хиральный центр; д) стереоизомеры; е) диастереомеры; ж) рацемическая смесь; з) *R,S*-конфигурация.
50. Дайте определение рацемата и объясните отсутствие у него оптической активности.
51. Дайте определение мезоформы и объясните отсутствие у нее оптической активности.
52. Какое условие является необходимым и достаточным для проявления оптической изомерии? Как определить, исходя из формулы, может ли соединение существовать в виде энантиомеров?
53. Какие условия должны соблюдаться для наблюдения оптической активности? Сформулируйте правила, которые необходимо соблюдать при изображении проекционных формул Фишера?
54. Сравните следующие параметры для правовращающего и левовращающего изомеров *втор*-бутилового спирта (по литературным данным): а) температура кипения; б) температура плавления; в) удельное вращение; г) показатель преломления; д) растворимость в воде.
55. Приведите проекционные формулы оптических изомеров для следующих соединений: а) 2-аминопропановая кислота; б) 2-амино-3-гидроксипропановая кислота; в) 2-хлорпропановая кислота
56. Приведите проекционные формулы оптических изомеров 2-амино-3-метилпентановой кислоты. Выберите среди них пары диастереомеров.

Тема: Природные биоорганические соединения.

30. Приведите схему реакции образования пептидной связи при взаимодействии аминокислот глицина и аланина.
31. Понятие о первичной, вторичной и третичной структуре белков.
32. Приведите классификацию белков.
33. Охарактеризуйте физико-химические свойства белков.
34. Белки как амфотерные полиэлектролиты.
35. Что называют изoeлектрической точкой белков.
36. Что представляет собой процесс денатурации белков.
37. Приведите цветные реакции на белки.
38. Приведите классификацию липидов
39. Строение и свойства триглицеридов
40. Какие кислоты входят в состав жиров?
41. Какие из перечисленных ниже соединений образуются при гидролизе жиров?
42. а) одноатомные спирты; б) глицерин; в) этиленгликоль;
43. г) муравьиная кислота; г) пальмитиновая кислота.
44. Сколько изомеров имеет жир, в состав молекулы которого входят один остаток пальмитиновой и два остатка стеариновой кислот?
45. Какой углевод входит в состав РНК?
46. Какой углевод входит в состав ДНК?
47. Чем отличаются по строению крахмал и гликоген?
48. В чем заключается разница в строении крахмала и целлюлозы?
49. Чем отличаются между собой по отношению к воде сахароза, целлюлоза и крахмал?
50. Напишите фуранозные формы следующих углеводов: а) D-арабинозы; б) L-галактозы; в) D-ксилозы; г) L-сорбозы.
51. Напишите пиранозные формы следующих углеводов:
52. а) L-идозы; б) D-гулозы; в) D-лихсозы.
53. Приведите формулы углеводов: а) L-глюкозы (открытая форма); б)  $\alpha$ ,D-глюкофуранозы; в) L-галактозы (открытая форма); г)  $\beta$ ,L-галактопиранозы; д) D-рибозы (открытая форма).
54. Приведите формулу лактозы. Напишите формулы двух других дисахаридов, образованных остатками тех же моносахаридов, что и лактоза. Напишите для одного из моносахаридов открытую L-форму.
55. Приведите структурную формулу сахарозы. Остатки каких моносахаридов образуют этот дисахарид?
56. Фруктоза не содержит альдегидную группу, но дает реакцию «серебряного зеркала». За счет какой перегруппировки, происходящей в щелочной среде, это происходит?
57. Что является конечным продуктом гидролиза крахмала? Как можно подтвердить это экспериментально?
58. Сахарозу подвергните гидролизу. Для полученных соединений напишите схем реакций, характеризующих их химические свойства. Каким дисахаридом является сахароза - восстанавливающим или невосстанавливающим? Ответ поясните.