

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ярославский государственный педагогический  
университет им. К. Д. Ушинского»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе

А.М. Ходырев

« 09 » 2018 г.



**ПРОГРАММА**

вступительного испытания по специальной дисциплине  
«Органическая химия»  
для поступающих в аспирантуру ЯГПУ им. К.Д. Ушинского  
на направление подготовки  
**04.06.01 Химические науки,**  
(направленность (профиль): Органическая химия)

Ярославль  
2018

## Пояснительная записка

Программа вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль «Органическая химия» сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры. Она предназначена для определения подготовленности поступающего к освоению основной образовательной программы, выявления необходимого уровня теоретических знаний в области органической химии, а также готовности к научно-исследовательской деятельности.

Программа вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки профиль «Органическая химия» включает в себя раздел химической науки об общих законах, определяющих строение углеводородов и их производных, направление и скорость химических реакций этих соединений; о взаимоотношениях между химическим составом, структурой вещества и его свойствами.

Поступающие в аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль «Органическая химия» должны продемонстрировать:

- владение специальной профессиональной химической терминологией, грамотное использование профессиональной лексики, способность к коммуникации для решения профессиональных задач в области химических наук;
- умение обосновывать и отстаивать свою позицию, использовать для профессиональной деятельности современные достижения в области информационных технологий;
- умение использовать знания теоретических основ фундаментальных разделов химии, принципы строения вещества, основы химической термодинамики для решения профессиональных задач;
- владение навыками планирования и проведения химических экспериментов в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда;
- знание основ современных методов исследования структуры органических соединений, умение корректно интерпретировать результаты исследования, понимание связи между химическим строением органических соединений и их свойствами.

### Перечень экзаменационных вопросов

1. Предмет и основные понятия органической химии. Номенклатура органических соединений.
2. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, основные положения, ее развитие. Электронные и пространственные эффекты в органических соединениях.
3. Виды изомерии органических соединений: структурная и пространственная (конформационная, геометрическая и оптическая). Причины, обуславливающие наличие разных видов изомерии. Примеры.
4. Классификация органических реакций: по направлению, по характеру реагирующих частиц или по типу разрыва связей. Примеры радикальных, нуклеофильных и электрофильных реагентов и реакций.
5. Алканы. Природные источники алканов. Строение и изомерия. Методы синтеза: промышленные и лабораторные. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование (М.И. Коновалов); селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов.
6. Циклоалканы. Строение. Теория напряжения Байера, теория ненапряженных циклов. Образование устойчивых 5-ти и 6-ти членных циклов — движущая сила реакций циклизации (диеновый синтез), особых свойств дикарбоновых кислот,  $\gamma$ -, $\delta$ -гидрокси- и аминокислот.
7. Алкены. Строение и изомерия (структурная и пространственная). Способы получения из нефти, алканов, галогеналканов, спиртов и алкинов. Химические свойства алкенов.

Реакции присоединения полярных и неполярных реагентов по электрофильному механизму; правило В.В. Марковникова, его объяснение.

8. Алкадиены. Классификация, изомерия. Получение бутадиена и изопрена. Электронное строение 1,3-бутадиена, энергия сопряжения. Химические свойства сопряженных диеновых углеводородов; механизм реакций электрофильного присоединения к бутадиену. Полимеризация ненасыщенных углеводородов, ее типы.

9. Алкины. Промышленные и лабораторные способы получения ацетилена и его гомологов. Физические и химические свойства. Кислотные свойства алкинов. Реакции замещения. Реакции присоединения.

10. Ароматические углеводороды, классификация. Изомерия, строение, ароматичность. Получение ароматических углеводородов в промышленности.

11. Химические свойства ароматических углеводородов. Общий механизм реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, влияние заместителей на направление и скорость реакций.

12. Ароматические углеводороды. Сравнительная характеристика реакций замещения в ядро и боковую цепь: реакции галогенирования, нитрования и сульфирования. Условия реакций галогенирования в ядро и в боковую цепь. Окисление аренов.

13. Нефть, ее состав. Способы переработки: крекинг, ароматизация. Химизм процессов термokatалитической переработки нефти. Бензины. Октановое число. Углеводороды, получаемые из нефти.

14. Галогенопроизводные алканов. Классификация. Характер связи С-Галоген. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы реакции гидролиза алкилгалогенидов. Различия в легкости замещения галогенов в галоидных алкилах, аллилах и винилах.

15. Спирты. Способы получения: из алканов, из галогеналканов, алкенов, сложных эфиров, с использованием реактивов Гриньяра. Важнейшие представители спиртов, их применение; высшие природные спирты. Двух- и трехатомные спирты. Получение гликолей из этилена, из дигалогеналканов. Глицерин. Кислотные свойства одноатомных спиртов, образование гликолята меди.

16. Реакции нуклеофильного замещения спиртов, механизм реакций нуклеофильного замещения; сравнительная характеристика. Реакция элиминирования, правило А.М. Зайцева. Ароматические спирты.

17. Фенолы. Электронное строение фенола. Способы получения фенолов: промышленные и лабораторные. Химические свойства фенолов. Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов.

18. Альдегиды и кетоны алифатического и ароматического рядов. Способы получения. Электронное строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения: получение бисульфитных производных, циангидринов; взаимодействие с азотсодержащими реагентами. Енолизация альдегидов и кетонов.

19. Альдольно-кетоновая конденсация карбонильных соединений. Окислительно-восстановительные реакции. Реакция Канницаро. Качественные реакции на альдегиды.

20. Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, влияние заместителей на кислотные свойства. Методы синтеза карбоновых кислот. Соли, их пиролиз и электролиз (синтез углеводородов). Промышленное получение уксусной кислоты. Производные карбоновых кислот. Их взаимные переходы; относительная реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции сложных эфиров. Жиры. Воски.

21. Дикарбоновые кислоты. Химические свойства кислот: общие с монокарбоновыми и особые (отношение к нагреванию). Малоновый эфир: кислотные свойства малонового эфира, применение в синтезах. Фталевые кислоты, их производные.

22. Углеводы. Моносахариды. Классификация. Изомерия моносахаридов. Химические свойства карбонильных и циклических форм. Явления таутомерии и эпимеризации. Дисахариды. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.
23. Полисахариды. Крахмал и клетчатка. Гликоген. Строение цепей. Гидролиз. Образование крахмала в растениях. Применение целлюлозы.
24. Алифатические и ароматические амины. Классификация. Методы получения. Восстановление нитробензола (работы Н.Н. Зинина). Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние заместителей на основность аминов в ароматическом ряду. Реакции ароматического ядра в аминах.
25. Аминокислоты. Изомерия, оптическая активность  $\alpha$ -аминокислот. Химические свойства аминокислот: амфотерность и образование биполярных ионов. Реакции алкилирования и ацилирования. Схема образования пептидной связи на примере Гли-Ала.
26. Промышленные методы получения органических веществ. Обоснование оптимальных условий ведения технологических процессов на примере промышленного производства этанола.
27. Гетероциклические соединения, классификация. Особенности строения. Кислотно-основные свойства. Химические свойства ядра (реакции  $S_E$  и  $S_N$ ) пиррола и пиридина.
28. Методы исследования строения органических соединений.

## **Краткое содержание экзаменационных вопросов**

### **1. Предмет и основные понятия органической химии. Номенклатура органических соединений.**

Современные представления о природе химической связи. Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода. Электронное строение и углы между направлением валентностей этана, этилена и ацетилен. Энергия, длина и поляризуемость связей в этане, этилене и ацетилене. Электроотрицательность атомов и групп. Номенклатура органических соединений. Примеры названий соединений. Номенклатура геометрических изомеров. Примеры названий соединений. Номенклатура оптических антиподов. Примеры названий соединений.

### **2. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, основные положения, ее развитие. Электронные и пространственные эффекты в органических соединениях.**

Теории, предшествующие теории строения органических соединений (теория «витализма», теория радикалов, теория типов). Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, основные положения, ее развитие (теория пространственного строения, электронная теория Льюиса, современные квантово-химические представления). Электронные эффекты в органических соединениях: индуктивный и мезомерный. Виды мезомерного эффекта:  $\pi$ - $\pi$  – сопряжение (бутадиен, бензол),  $p$ - $\pi$ –сопряжение (хлористый винил, хлорбензол). Пространственные эффекты. Влияние электронных и пространственных эффектов на физико-химические свойства органических соединений.

### **3. Виды изомерии органических соединений: структурная и пространственная (конформационная, геометрическая и оптическая). Причины, обуславливающие наличие разных видов изомерии. Примеры.**

Изомерия. Понятие о конформации молекулы. Виды изомерии органических соединений: структурная (углеродного скелета, положения кратной связи или

функциональной группы, межклассовая) и пространственная (конформационная, геометрическая и оптическая). Примеры изомеров. Причины, обуславливающие наличие разных видов изомерии. Пространственное строение органических молекул. Асимметрия и хиральность. Неуглеродные атомы как центры хиральности. Диастереомерия.

**4. Классификация органических реакций: по направлению, по характеру реагирующих частиц или по типу разрыва связей. Примеры радикальных, нуклеофильных и электрофильных реагентов и реакций.**

Классификация органических реакций: по направлению (реакции замещения, присоединения, элиминирования), по характеру реагирующих частиц или по типу разрыва связей (радикальные, ионные – электрофильные, нуклеофильные), по молекулярности. Примеры радикальных, нуклеофильных и электрофильных реагентов и реакций. Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ . Процессы электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Механизмы гетеролитического элиминирования  $E1$ ,  $E2$ . Перегруппировки в карбокатионных интермедиях. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе.

**5. Алканы. Природные источники алканов. Строение и изомерия. Методы синтеза: промышленные и лабораторные. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование (М.И. Коновалов); селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов.**

Алканы, гомологический ряд. Природные источники алканов. Строение и изомерия. Методы синтеза: декарбоксилирование кислот, гидролиз карбида алюминия, гидрирование непредельных углеводородов, реакция Вюрца, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование (М.И. Коновалов); сульфохлорирование, селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов в суперкислых средах (дейтериевый обмен и галогенирование).

**6. Циклоалканы. Строение. Теория напряжения Байера, теория ненапряженных циклов. Образование устойчивых 5-ти и 6-ти членных циклов — движущая сила реакций циклизации (диеновый синтез), особых свойств дикарбоновых кислот,  $\gamma$ -, $\delta$ -гидрокси- и аминокислот.**

Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация). Теория напряжения Байера, теория ненапряженных циклов. Типы напряжения в циклоалканах и их подразделение на малые, средние и макроциклы. Конформационный анализ циклогексана, моно- и дизамещенных циклогексанов; аксиальные и экваториальные связи. Образование устойчивых 5-ти и 6-ти членных циклов — движущая сила реакций циклизации (диеновый синтез), особых свойств дикарбоновых кислот,  $\gamma$ -, $\delta$ -гидрокси- и аминокислот.

**7. Алкены. Строение и изомерия (структурная и пространственная). Способы получения из нефти, алканов, галогеналканов, спиртов и алкинов. Химические свойства алкенов. Реакции присоединения полярных и неполярных реагентов по электрофильному механизму; правило В.В. Марковникова, его объяснение.**

Алкены. Строение и изомерия (структурная и пространственная). Способы получения из нефти, алканов, галогеналканов, спиртов и алкинов. Синтез алкенов из четвертичных аммониевых солей (Гофман), N-окисей третичных аминов (Коуп). Стереоселективное восстановление алкинов. Реакция Виттига. Химические свойства

алкенов. Поляризуемость и радикализуемость  $\pi$ -связи. Реакции присоединения полярных и неполярных реагентов по электрофильному механизму; правило В.В. Марковникова, его объяснение. Процессы, сопутствующие  $Ad_E$ -реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Окисление алкенов до оксиранов (Прилежаев). цис- и транс-Гидроксилирование алкенов. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода, сероводорода и тиолов. Аллильное галогенирование по Циглеру. Гетерогенное и гомогенное гидрирование.

**8. Алкадиены. Классификация, изомерия. Получение бутадиена и изопрена. Электронное строение 1,3-бутадиена, энергия сопряжения. Химические свойства сопряженных диеновых углеводородов; механизм реакций электрофильного присоединения к бутадиену. Полимеризация ненасыщенных углеводородов, ее типы.**

Алкадиены. Классификация, изомерия. Получение бутадиена и изопрена. Методы синтеза 1,3-диенов. Электронное строение 1,3-бутадиена, энергия мезомерии. Химические свойства сопряженных диеновых углеводородов; механизм реакций электрофильного присоединения к бутадиену. Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение. Реакция Дильса-Альдера. Полимеризация ненасыщенных углеводородов, ее типы. Понятие о стереоспецифических катализаторах К. Циглера и Дж. Натта. Изотактический, синдиотактический и атактический пропилен. Натуральный и синтетический каучук. Работы С.В. Лебедева.

**9. Алкины. Промышленные и лабораторные способы получения ацетилена и его гомологов. Физические и химические свойства. Кислотные свойства алкинов. Реакции замещения. Реакции присоединения.**

Алкины, гомологический ряд. Промышленные и лабораторные способы получения ацетилена (гидролиз карбида кальция, пиролиз метана) и его гомологов (дегидрогалогенирование дигалогеналканов). Физические и химические свойства алкинов. Кислотные свойства алкинов (получение ацетиленидов, присоединение к альдегидам и кетонам). Реакции замещения. Реакции присоединения к алкинам (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация) и ацетилен-алленовая изомеризация. Реакции окисления алкинов. Реакции димеризации, тримеризации, тетрамеризации.

**10. Ароматические углеводороды, классификация. Изомерия, строение, ароматичность. Получение ароматических углеводородов в промышленности.**

Ароматические углеводороды, классификация, гомологические ряды. Изомерия, строение (геометрическое и электронное), ароматичность. Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Энергия сопряжения бензола. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Круг Фроста. Антиароматичность. Получение ароматических углеводородов в промышленности и лаборатории.

**11. Химические свойства ароматических углеводородов. Общий механизм реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, влияние заместителей на направление и скорость реакций.**

Химические свойства ароматических углеводородов. Общий механизм реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, влияние заместителей на направление и скорость реакций. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование бифенила, нафталина, ароматических аминов и фенола. Сульфирование. Сульфлирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции.

Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху, Гаттерману и Вильсмейеру. Область применения этих реакций.

**12. Ароматические углеводороды. Сравнительная характеристика реакций замещения в ядро и боковую цепь: реакции галогенирования, нитрования и сульфирования. Условия реакций галогенирования в ядро и в боковую цепь. Окисление аренов.**

Ароматические углеводороды. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм галогенирования аренов и их производных. Сравнительная характеристика реакций замещения в ядре и боковой цепи: реакции галогенирования, нитрования и сульфирования. Условия реакций галогенирования в ядро и в боковую цепь. Окисление аренов. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Примеры составления уравнений окислительно-восстановительных реакций с использованием различных методов: электронного баланса, полуреакций, метода подбора.

**13. Нефть, ее состав. Способы переработки: крекинг, ароматизация. Химизм процессов термokatалитической переработки нефти. Бензины. Октановое число. Углеводороды, получаемые из нефти.**

Природные источники углеводородов. Нефть, ее состав. Подготовка к переработке. Способы переработки: перегонка, крекинг, ароматизация. Химизм процессов термokatалитической переработки нефти. Бензины. Качество нефтепродуктов. Октановое число. Углеводороды, получаемые из нефти. Охрана окружающей среды при нефтепереработке.

**14. Галогенопроизводные алканов. Классификация. Характер связи С-Галоген. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы реакции гидролиза алкилгалогенидов. Различия в легкости замещения галогенов в галоидных алкилах, аллилах и винилах.**

Галогенопроизводные алканов. Классификация. Методы синтеза и строение. Характер связи С-Галоген. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы реакции гидролиза алкилгалогенидов. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ . Различия в легкости замещения галогенов в галоидных алкилах, аллилах и винилах. Механизмы гетеролитического элиминирования E1, E2. Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при E2-элиминировании. Термическое *син*-элиминирование.

**15. Спирты. Способы получения: из алканов, из галогеналканов, алкенов, сложных эфиров, с использованием реактивов Гриньяра. Важнейшие представители спиртов, их применение; высшие природные спирты. Двух- и трехатомные спирты. Получение гликолей из этилена, из дигалогеналканов. Глицерин. Кислотные свойства одноатомных спиртов, образование гликолята меди.**

Спирты. Способы получения: из алканов, из галогеналканов, алкенов, сложных эфиров и карбоновых кислот, с использованием реактивов Гриньяра. Важнейшие представители спиртов, их применение; высшие природные спирты. Двух- и трехатомные спирты. Получение гликолей из этилена, из дигалогеналканов. Глицерин. Кислотные свойства одноатомных спиртов, образование гликолята меди. Реакции двухатомных спиртов. Окислительное расщепление 1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

**16. Реакции нуклеофильного замещения спиртов, механизм реакций нуклеофильного замещения; сравнительная характеристика. Реакция элиминирования, правило А.М. Зайцева. Ароматические спирты.**

Реакции нуклеофильного замещения спиртов, механизм реакций нуклеофильного замещения; сравнительная характеристика. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора и тионилхлорида). Реагенты регио- и стереоселективного замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом). Окисление первичных и вторичных спиртов. Реакция элиминирования, правило А.М. Зайцева. Дегидратация спиртов: внутримолекулярная и межмолекулярная. Ароматические спирты.

**17. Фенолы. Электронное строение фенола. Способы получения фенолов: промышленные и лабораторные. Химические свойства фенолов. Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов.**

Фенолы. Электронное строение фенола. Взаимное влияние бензольного кольца и ОН-группы друг на друга. Способы получения фенолов: промышленные и лабораторные. Химические свойства фенолов: реакции по ОН-группе и ароматическому ядру. Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов.

**18. Альдегиды и кетоны алифатического и ароматического рядов. Способы получения. Электронное строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения: получение бисульфитных производных, циангидринов; взаимодействие с азотсодержащими реагентами. Енолизация альдегидов и кетонов.**

Альдегиды и кетоны алифатического и ароматического рядов. Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов, на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов. Электронное строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения: получение бисульфитных производных, циангидринов, полуацеталей; взаимодействие с азотсодержащими реагентами. Енолизация альдегидов и кетонов. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления.

**19. Альдольно-кратоновая конденсация карбонильных соединений. Окислительно-восстановительные реакции. Реакция Канницаро. Качественные реакции на альдегиды.**

Альдольно-кратоновая конденсация карбонильных соединений. Альдольная конденсация альдегидов и кетонов как метод усложнения углеродного скелета. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых и кремниевых эфиров енолов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой (Кневенагель). Бензоиновая конденсация. Конденсация с нитроалканами (Анри). Окислительно-восстановительные реакции. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов надкислотами по Байеру-Виллигеру. Реакция Канницаро. Качественные реакции на альдегиды.

**20. Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, влияние заместителей на кислотные свойства. Методы синтеза карбоновых кислот. Соли, их пиролиз и электролиз (синтез углеводов). Промышленное получение уксусной кислоты. Производные карбоновых кислот. Их взаимные переходы; относительная реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции сложных эфиров. Жиры. Воски.**

Монокарбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, влияние заместителей на кислотные свойства. Методы синтеза карбоновых кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкинов, алкилбензолов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот,

синтез на основе металлоорганических соединений, синтеза на основе малонового эфира. Реакции карбоновых кислот: нейтрализация, этерификация, галогенирование по Гелю-Фольгардту-Зелинскому. Соли, их пиролиз и электролиз (синтез углеводородов). Промышленное получение уксусной кислоты. Производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, нитрилы, амиды. Их взаимные переходы; относительная реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции сложных эфиров. Жиры. Воски.

**21. Дикарбоновые кислоты. Химические свойства кислот: общие с монокарбоновыми и особые (отношение к нагреванию). Малоновый эфир: кислотные свойства малонового эфира, применение в синтезах. Фталевые кислоты, их производные.**

Дикарбоновые кислоты. Химические свойства кислот: общие с монокарбоновыми и особые (отношение к нагреванию). Малоновая кислота: реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Малоновый эфир: кислотные свойства малонового эфира, применение в синтезах. Фталевые кислоты, их производные. Фталевый ангидрид. Лавсан и его получение. Непредельные двухосновные кислоты: малеиновая и фумаровая.

**22. Углеводы. Моносахариды. Классификация. Изомерия моносахаридов. Химические свойства карбонильных и циклических форм. Явления таутомерии и эпимеризации. Дисахариды. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.**

Углеводы. Строение, значение, нахождение в природе, применение. Моносахариды. Классификация. Изомерия моносахаридов. Глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза. Физические свойства. Химические свойства карбонильных и циклических форм. Явления таутомерии и эпимеризации. Способы получения моносахаридов. Дисахариды. Сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.

**23. Полисахариды. Крахмал и клетчатка. Гликоген. Строение цепей. Гидролиз. Образование крахмала в растениях. Применение целлюлозы.**

Полисахариды. Гомополисахариды. Гетерополисахариды. Крахмал (амилоза, амилопектин, качественная реакция на крахмал) и клетчатка. Гликоген. Строение цепей. Гидролиз полисахаридов. Образование крахмала в растениях. Применение целлюлозы. Визкоза, триацетат целлюлозы, нитроклетчатка. Хитин. Пектовая кислота. Гиалуровая кислота.

**24. Алифатические и ароматические амины. Классификация. Методы получения. Восстановление нитробензола (работы Н.Н. Зинина). Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние заместителей на основность аминов в ароматическом ряду. Реакции ароматического ядра в аминах.**

Алифатические и ароматические амины. Классификация. Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Синтез аминов с третичным алкильным радикалом (Риттер), взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония. Восстановление нитробензола (работы Н.Н. Зинина). Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние заместителей на основность аминов в ароматическом ряду. Реакции аминов. Алкилирование и ацилирование. Термическое разложение гидроксидов

тетраалкиламмония по Гофману. Окисление третичных аминов до N-оксидов, их термоллиз. Реакции по ароматическому ядру в аминах.

**25. Аминокислоты. Изомерия, оптическая активность  $\alpha$ -аминокислот. Химические свойства аминокислот: амфотерность и образование биполярных ионов. Реакции алкилирования и ацилирования. Схема образования пептидной связи на примере Гли-Ала.**

Аминокислоты. Номенклатура, особенности строения. Изомерия, оптическая активность  $\alpha$ -аминокислот. Способы получения аминокислот. Химические свойства аминокислот: амфотерность и образование биполярных ионов. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакции этерификации. Схема образования пептидной связи на примере Гли-Ала. Белки. Структура белка.

**26. Промышленные методы получения органических веществ. Обоснование оптимальных условий ведения технологических процессов на примере промышленного производства этанола.**

Промышленные методы получения органических веществ. Сырье, оборудование, условия проведения процессов, выделение целевых продуктов, выход от теоретически возможного. Обоснование оптимальных условий ведения технологических процессов на примере промышленного производства этанола.

**27. Гетероциклические соединения, классификация. Особенности строения. Кислотно-основные свойства. Химические свойства ядра (реакции  $S_E$  и  $S_N$ ) пиррола и пиридина.**

Гетероциклические соединения, классификация. Особенности строения. Кислотно-основные свойства. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин. Синтез производных пиридина по Ганчу. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях в амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

**28. Методы исследования строения органических соединений.**

Хроматографические методы: газовая и жидкостная (жидко-жидкостная, адсорбционная, ионообменная, ситовая, аффинная). Электронная и инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, ядерный магнитный резонанс и масс-спектрометрия. Достоинства и границы применения используемых методов анализа.

## Перечень рекомендуемой литературы

### а) основная литература:

1. Реутов О. А. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 7-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 570 с.
2. Реутов О. А. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 7-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 626 с.
3. Реутов О. А. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. — 3-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 544 с.

4. Реутов, О. А. Органическая химия В 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 2-е изд., испр. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Иванов В. Г. Органическая химия: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по спец. "Биология". / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева; В.А. Горленко, О.Н. Гева - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 620 с.
2. Грандберг И. Органическая химия М.: Высшая школа, 2002.
3. Нейланд О. Я. Органическая химия. М.: Высшая школа. 1990.
4. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А.Т. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1981.
5. Терней А. Современная органическая химия. Т.1 и 2. М.:Мир. 1981.
6. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991.

**Шкала оценивания и минимальное количество баллов,  
подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания**

Минимальный проходной балл – 4

Максимальный балл – 10

8 – 10 «отлично»	6 – 7 «хорошо»	4 – 5 «удовлетворительно»	0 – 3 «неудовлетворительно»
<p>Ответ полный, без замечаний. Знания глубокие, всесторонние. Логичное, последовательное изложение материала. Свободное владение терминами и понятиями и их корректное использование. Содержательность, смысловая и структурная завершенность высказываний. Соблюдение норм литературного языка, преобладание научного стиля изложения. Наличие интереса к конкретной специальности (знакомство с публикациями, участие в конференциях, круглых столах, других научных мероприятиях).</p>	<p>Ответ полный, с незначительными замечаниями. Знание материала в пределах программы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа. Неточности в определении понятий, использование профессиональной терминологии не в полном объеме. Соблюдение норм литературного языка.</p>	<p>Ответ неполный, но демонстрирующий удовлетворительное представление о современных проблемах соответствующего научного знания. Знание материала несистематизированное. Редкое, недостаточно уверенное использование профессиональной терминологии. Знакомство с рекомендованной литературой не в полном объеме.</p>	<p>Незнание либо отрывочное представление материала. Беспорядочное и неуверенное изложение материала. Затруднения в определении основных понятий, некорректное использование профессиональной терминологии. Неумение точно и последовательно излагать ответ.</p>