

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный педагогический  
университет им. К.Д. Ушинского»

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Первый проректор

\_\_\_\_\_ М.В. Новиков  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности  
02.00.03 «Органическая химия»

Разработчик:

профессор,  
д.х.н.

\_\_\_\_\_

М.В. Дорогов

Утверждено

На заседании кафедры « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Протокол №

Заведующий кафедрой,

профессор \_\_\_\_\_ М.В. Дорогов

## Содержание программы

### **РАЗДЕЛ 1. Введение. Предмет и основные понятия органической химии.**

1.1 Тетраэдрическая, тригональная и дигональная гибридизация атома углерода. Электронное строение и углы между направлением валентностей этана, этилена и ацетилен. Энергия, длина и поляризуемость связей в этане, этилене и ацетилене.

1.2 Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, основные положения, ее развитие. Электронные эффекты в органических соединениях: индукционный и мезомерный. Виды мезомерного эффекта:  $\pi$ - $\pi$  – сопряжение (бутадиен, бензол),  $p$ - $\pi$ –сопряжение (хлористый винил, хлорбензол). Влияние электронных эффектов на физико-химические свойства органических соединений.

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

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

### **РАЗДЕЛ 2. Соединения с $\sigma$ -связями.**

2.1 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.

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

### **РАЗДЕЛ 3. Соединения с $\pi$ -связями.**

3.1 Алкены. Строение и изомерия (структурная и пространственная). Способы получения из нефти, алканов, галогеналканов, спиртов и алкинов. Химические свойства алкенов. Поляризуемость и радикализуемость  $\pi$ -связи. Реакции присоединения полярных и неполярных реагентов по электрофильному механизму; правило В.В. Марковникова, его объяснение.

3.2 Алкадиены. Классификация, изомерия. Получение бутадиена и изопрена. Электронное строение 1,3-бутадиена, энергия мезомерии. Химические свойства сопряженных диеновых углеводородов; механизм реакций электрофильного присоединения к бутадиену

3.3 Алкины. Промышленные и лабораторные способы получения получения ацетилена и его гомологов. Физические и химические свойства. Кислотные свойства алкинов. Реакции замещения. Реакции присоединения, общие с алкенами.

3.4 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.

#### **РАЗДЕЛ 4. Соединения с полярными $\pi$ -связями.**

4.1 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. Альдольно-кетоновая конденсация карбонильных соединений. Окислительно-восстановительные реакции. Реакция Канниццаро. Качественные реакции на альдегиды. Методы обучения химии (краткая характеристика и их классификация).

4.2 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.

4.3 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.

#### **РАЗДЕЛ 5. Ациклические.**

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.

#### **РАЗДЕЛ 6. Арены и их функциональные производные.**

6.1 Ароматические углеводороды. Сравнительная характеристика реакций замещения ядра и боковой цепи: реакции галогенирования, нитрования и сульфирования. Условия реакций галогенирования в ядро и в боковую цепь.

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

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

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

## **РАЗДЕЛ 7. Спирты.**

7.1 Спирты. Способы получения: из алканов, из галогеналканов, алкенов, сложных эфиров, с использованием реактива 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.

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

## **РАЗДЕЛ 8. Фенолы.**

Фенолы. Электронное строение фенола. Способы получения фенолов: промышленные и лабораторные. Химические свойства фенолов: ОН-группы и ароматического ядра. Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов.

## **РАЗДЕЛ 9. Углеводы.**

9.1 Углеводы. Моносахариды. Классификация. Изомерия моносахаридов. Химические свойства карбонильных и циклических форм. Явления таутомерии и эпимеризации.

9.2 Дисахариды. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.

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

## **РАЗДЕЛ 10. Амины.**

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.

## **РАЗДЕЛ 11. Аминокислоты.**

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.

## РАЗДЕЛ 12. Гетероциклы. Фуллерены.

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

## РАЗДЕЛ 13. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии.

Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Примеры составления уравнений окислительно-восстановительных реакций с использованием различных методов: электронного баланса, полуреакций, метода подбора.

### Вопросы для вступительных экзаменов в аспирантуру по специальности 02.00.03 «Органическая химия»

1. Тетраэдрическая, тригональная и дигональная гибридизация атома углерода. Электронное строение и углы между направлением валентностей этана, этилена и ацетилен. Энергия, длина и поляризуемость связей в этане, этилене и ацетилене.

2. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, основные положения, ее развитие. Электронные эффекты в органических соединениях: индукционный и мезомерный. Виды мезомерного эффекта:  $\pi$ - $\pi$  – сопряжение (бутадиен, бензол),  $p$ - $\pi$ –сопряжение (хлористый винил, хлорбензол). Влияние электронных 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.

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. Поляризуемость и радикализуемость  $\pi$ -связи.

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

8. Алкадиены. Классификация, изомерия. Получение бутадиена и изопреена. Электронное строение 1,3-бутадиена, энергия мезомерии. Химические свойства сопряженных диеновых углеводородов; механизм реакций электрофильного присоединения к бутадиену

9. 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.

10. Алкины. Промышленные и лабораторные способы получения ацетилена и его гомологов. Физические и химические свойства. Кислотные свойства алкинов. Реакции замещения. Реакции присоединения, общие с алкенами.

11. Ароматические углеводороды. Сравнительная характеристика реакций замещения ядра и боковой цепи: реакции галогенирования, нитрования и сульфирования. Условия реакций галогенирования в ядро и в боковую цепь.

12. Ароматические углеводороды, классификация. Изомерия, строение, ароматичность. Получение ароматических углеводородов в промышленности. Химические свойства ароматических углеводородов. Общий механизм реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре, влияние заместителей на направление и скорость реакций.

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-Гал. 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 реактива 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: ОН-группы и ароматического ядра. 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-кратоновая конденсация карбонильных соединений. Окислительно-восстановительные реакции. Реакция Канниццаро. Качественные реакции на альдегиды. Методы обучения химии (краткая характеристика и их классификация).

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.

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. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Примеры составления уравнений окислительно-восстановительных реакций с использованием различных методов: электронного баланса, полуреакций, метода подбора.

## Список рекомендуемой учебной литературы

### а) основная литература:

1. Иванов В. Г. Органическая химия [Текст]: 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,[1] с.

### б) дополнительная литература:

1. Грандберг И. Органическая химия М.: Высшая школа, 2002.
2. Нейланд О. Я. Органическая химия. М.: Высшая школа. 1990.
3. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А.Т. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1981.
4. Терней А. Современная органическая химия. Т.1 и 2. М.:Мир. 1981.
5. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир. 1974.
6. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. Т. 1 и 2. М.: Мир. 1978.
7. Габриелян О. С. Органическая химия. Учебники для 10 и 11 классов. М. 2002.
8. Габриелян О. С., Остроумов И.Г., Настольная книга учителя химии. 10 класс. М., «Блик и К<sup>о</sup>». 2001.
9. Нифантьев Э. Е., Цветков Л. А. Органическая химия. Учебник для 10-11 классов. М.: Просвещение. 1993.
10. В.Г. Иванов и др. Органическая химия, - М.: Мастерство, 2009.
11. В.Г. Иванов и др. Сборник задач и упражнений по органической химии. М.: Академия, 2007.

### в) программное обеспечение:

На кафедре органической химии имеется локальная сеть, объединяющая 8 персональных компьютеров с комплектацией: процессоры Pentium 4 (3 ГГц), 512 Мб ОЗУ, 160 Гб HDD, видеокарта 128 Mb, пишущий привод DVD RW. В сети имеется выход в Интернет через выделенный порт ADSL/SHDSL со скоростью доступа 256 кбит/с.

В свободном доступе через локальную кафедральную сеть и факультетский компьютерный класс имеется учебная, учебно-методическая и научная литература в количестве 1500 изданий в виде книг, монографий, справочников, а также 100 единиц периодической печати за последние 15 лет в общем объеме 200 Гб по всем предметам, закрепленным за кафедрой, в том числе, 20 изданий по дисциплине Биохимия в общем объеме 15 Гб.

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

#### *Химические образовательные ресурсы*

Наиболее полная из русскоязычных коллекций ссылок по химии - это химия в WWW – каталог, собранный химическим факультете МГУ.



[www.chem.usu.su:8081/rus/chemweb/welcome.html](http://www.chem.usu.su:8081/rus/chemweb/welcome.html)

Она включает ссылки на организации, исследовательские и образовательные учреждения, базы данных, журналы, электронные конференции по химии. Имеются следующие разделы: неорганическая химия и материаловедение, физическая химия, компьютерная химия и программное обеспечение, органическая химия, биохимия, химия окружающей среды, химическая безопасность, химическое образование.

Наиболее обширны англоязычные коллекции.

Раздел поискового сервера Yahoo, посвященный химическим ресурсам

<http://www.yahoo.com/Science/Chemistry>

Раздел, посвященный химии

<http://www.chem.ukla.edu/chempointers.html>

Химические журналы представлены в Интернет в большом количестве и представляют разные виды сервиса.

<http://www.cesup.ufrgs.br/quimica/journal.html>