

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**

**факультет химический**

**кафедра химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров**

**Согласовано**

На заседании Ученого Совета  
химического факультета  
Протокол №\_10\_ от 28.05.2013 г.

Декан факультета

\_\_\_\_\_ Онгарбаев Е.К.  
" 28 " мая \_\_\_\_\_ 2013 г.

**Утверждено**

На заседании Научно-методического  
Совета университета  
Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2013 г.

**Проректор по учебной работе**

\_\_\_\_\_ Ахмедзаки Д.Ж.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2013 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Органическая химия циклических соединений»**

(наименование дисциплины)

Специальность 5В072100 – Химическая технология органических веществ  
(шифр, название)

Форма обучения дневная  
(дневная, заочная)

**г. Алматы 2013г.**

УМК дисциплины составлен д.х.н., и.о.профессора кафедры Калугиным С.Н., д.х.н., профессором Бурашевой Г.Ш.  
(Ф.И.О., должность, ученая степень и звание составителя(ей))

На основании Экспериментальной образовательной программы дисциплины по специальности 5В072100 – Химическая технология органических веществ  
(на основании каких документов)

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры органической химии и химии природных соединений

от «14» мая 2013 г., протокол № 40

Зав. кафедры, д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Ж.А.Абилов

Рекомендовано методическим Советом (бюро) факультета  
Протокол № 9 от «23» мая 2013 г.

Председатель \_\_\_\_\_  
(роспись)

Е.К.Онгарбаев

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. аль-Фараби**  
**Факультет химический**  
**Образовательная программа по специальности**  
**"Химическая технология органических веществ"**

**Утверждено**

На заседании Ученого Совета  
химического факультета

Протокол №\_10\_ от 28.05. 2013 г.

Декан факультета

\_\_\_\_\_  
Онгарбаев Е.К.  
" 28 " мая 2013 г.

**СИЛЛАБУС**

по основному обязательному модулю\_\_ (номер)

« **Название** »

б кредитов

включает дисциплины

«Код» - «Органическая химия циклических соединений»

(3 кредита)

Код» - « **Название** » ( \_\_ кредитов)

курс 2, р/о, семестр осенний

**СВЕДЕНИЯ** о преподавателях, ведущих дисциплины модуля:

**По дисциплине «Органическая химия циклических соединений»**

**Калугин Сергей Николаевич, доктор химических наук, доцент, и.о. профессора  
кафедры химии и химической технологии органических веществ, природных  
соединений и полимеров**

Рабочий телефон 292 - 12-03

e-mail: kalugin\_sn\_org@mail.ru

каб. 522

**По дисциплине « **Название** »**

**Ф.И.О. преподавателя, ученая степень, звание, должность:**

Телефоны (рабочий, домашний, мобильный):

e-mail:

каб.:

**ПАСПОРТ модуля:**

▪ **Цель модуля** - подготовка высококвалифицированных специалистов в области химической технологии органических веществ.

▪ **Задачи по модулю:** способность осуществлять производственно-технологическую деятельность: организовать и обеспечить эффективность функционирования технологических линий и процессов по производству и переработке органических

веществ и материалов в соответствии с требованиями технологического регламента; оценивать состав и свойства исходного сырья, промежуточных продуктов для последующей возможности разработки новых технологических процессов, обеспечивающих высокое качество выпускаемой продукции; умение проводить экспертизу и диагностику состояния и динамики технологических процессов и оборудования с использованием необходимых методов и средств анализа; разрабатывать технологические регламенты различных типов (лабораторного, опытно-промышленного, промышленного); разрабатывать проектно-сметную документацию в производстве органических веществ и материалов; проведение научно-исследовательских и конструкторских работы по оптимизации технологических процессов и технико-экономический анализ производства.

▪ **Результаты обучения по модулю.**

Бакалавр специальности «Химическая технология органических веществ» по своему профессиональному предназначению должен:

- уметь пользоваться научной, справочной, методической литературой по специальности на государственном и иностранных языках;
- выработать в себе личные качества (способность) к самообучению по завершении учебной программы, к расширению своих знаний на основе информационных и образовательных технологий;
- знать основы проектирования технологических объектов; методы химического и инструментального анализа веществ и контроля их качества; функции, принципы построения и элементную базу систем автоматического управления; основные элементы конструкций производственных зданий предприятий; организационно-экономические основы деятельности предприятий;
- уметь использовать современные информационные образовательные технологии; составлять и использовать математические модели, составлять нормативные и правовые документы; планировать и организовывать технологические процессы производства органических веществ; проектировать технологические линии предприятий; анализировать условия и режим работы технологического оборудования; проводить научные исследования в области технологии производства и переработки полимеров, нефти, газа и угля; обрабатывать и анализировать полученные результаты;
- демонстрировать знание и понимание методологических основ наиболее передовых знаний в области всех разделов химической технологии органических веществ и организационно-экономических основах деятельности предприятий; принципах построения технологических схем производства и переработки органических веществ и материалов, в выборе технологического оборудования; принципах создания безотходных и экологически безопасных технологий;
- иметь языковые и коммуникативные знания, необходимые для осуществления сбора и интерпретации научной и экспериментальной информации по теме практической деятельности для выработки суждений с учетом социальных, экономических, научных или этических соображений;
- владеть культурой мышления и публичного выступления, правильно и логично оформить свои мысли в устной и письменной форме, участвовать в дискуссиях по профессиональным проблемам;
- уметь демонстрировать качества и навыки, необходимые для успешного трудоустройства, способность к нестандартному мышлению в области инновационных технологий и требующие проявления инициативы и личной ответственности;
- уметь на научной основе организовать свой труд в соответствии с процедурами и должностными инструкциями, придерживаться принципам корпоративной этики, владеть культурой дискуссии и общения, иметь высокую гражданскую позицию и зрелость.

**- Общие компетенции:**

**инструментальные:** способность к своевременному восприятию, анализу и интерпретации научной информации в рамках химических дисциплин, а также смежных с ними областях, научных направлений; способность принимать решения и разрешать проблемы посредством выявления и аргументированного обоснования креативных подходов и методов; умение общаться на государственном и иностранном языках в письменной и устной коммуникации в профессиональной, научной и внепрофессиональной сфере.

**межличностные:** индивидуальные способности, связанные с умением выражать чувства, мнения и отношения; развитие творческих, неординарных способностей, позволяющих адаптироваться в условиях научно-технического прогресса; социальные навыки, связанные с процессами социального взаимодействия и сотрудничества, умением работать в группах, принимать социальные и этические обязательства; развитие высокой гражданской позиции, доброжелательное отношение к разнообразным межкультурным различиям в обществе, этническим и культурным ценностям различных народов.

**системные:** демонстрировать сочетание понимания, отношения и знания, позволяющее адекватно воспринимать соотношение частей целого в области общих химических законов и оценивать место каждого из компонентов в конкретных разделах химии и смежных с ней научных направлений; способность планировать изменения с целью совершенствования системы и конструировать новые системы; умение выявить наиболее актуальные прикладные задачи и проблемы химической отрасли, осуществлять сбор и интерпретацию новой информации для выработки обобщений и выводов с учетом социальных, этических, научных и экологических факторов; умение использовать преимущества научного психологического знания через накопление и передачу научных знаний, происходящее в понятиях и законах, научных концепциях и теориях.

**предметные компетенции:** использование знаний, полученных в области гуманитарных и естественных наук, с учетом взаимосвязи и взаимовлияния; умение видеть значение и использовать знание политического, социального и экономического окружения, в котором происходит обучение и профессиональная деятельность; умение использовать профессиональные, правовые и экономические знания для предотвращения чрезвычайных ситуаций, угрожающих технологическому процессу, здоровью общества и окружающей среде; знание казахского языка и языков межнационального общения, особенностей функционирования речи, закономерностей строения текста для осуществления коммуникативных задач и извлечения информации в профессиональной, научной и бытовой сфере.

▪ **Пререквизиты, постреквизиты.** Неорганическая химия, Аналитическая химия, Физическая химия, Органическая химия соединений алифатического ряда

**I дисциплина «Код» - «Органическая химия циклических соединений» (3 кредита)**

**ПАСПОРТ дисциплины:**

**Цель дисциплины** – дать фундаментальные основы органической химии, показать ее значение и роль как теоретической базы важнейших отраслей химической промышленности.

**Задачами** преподавания дисциплины является добиться понимания логической связи структура и реакционная способность органических соединений, дать сведения о самих веществах и методах их получения, применения их в экономике и в быту; привитие практических навыков работы при синтезе и идентификации соединений.

**Результаты обучения по дисциплине.**

Уметь пользоваться научной, справочной, методической литературой по специальности на государственном и иностранных языках; выработать в себе личные качества (способность) к самообучению по завершении учебной программы, к расширению своих

знаний на основе информационных и образовательных технологий; демонстрировать знание и понимание методологических основ наиболее передовых знаний в области всех разделов химической технологии органических веществ и организационно-экономических основах деятельности предприятий; принципах построения технологических схем производства и переработки органических веществ и материалов, в выборе технологического оборудования; принципах создания безотходных и экологически безопасных технологий; иметь языковые и коммуникативные знания, необходимые для осуществления сбора и интерпретации научной и экспериментальной информации по теме практической деятельности для выработки суждений с учетом социальных, экономических, научных или этических соображений; владеть культурой мышления и публичного выступления, правильно и логично оформить свои мысли в устной и письменной форме, участвовать в дискуссиях по профессиональным проблемам; уметь демонстрировать качества и навыки, необходимые для успешного трудоустройства, способность к нестандартному мышлению в области инновационных технологий и требующие проявления инициативы и личной ответственности; уметь на научной основе организовать свой труд в соответствии с процедурами и должностными инструкциями, придерживаться принципам корпоративной этики, владеть культурой дискуссии и общения, иметь высокую гражданскую позицию и зрелость.

**Компетенции:** способность к своевременному восприятию, анализу и интерпретации научной информации в рамках химических дисциплин, а также смежных с ними областях, научных направлений; способность принимать решения и разрешать проблемы посредством выявления и аргументированного обоснования креативных подходов и методов; развитие творческих, неординарных способностей, позволяющих адаптироваться в условиях научно-технического прогресса; демонстрировать сочетание понимания, отношения и знания, позволяющее адекватно воспринимать соотношение частей целого в области общих химических законов и оценивать место каждого из компонентов в конкретных разделах химии и смежных с ней научных направлений; знать общие закономерности, связывающие строение и свойства органических соединений, методы получения основных классов соединений, механизмы протекания основных типов реакций, экологические проблемы технологий органических веществ; уметь решать задачи, связанные с технологией органических веществ, синтезировать и идентифицировать соединение; овладеть: навыками химических расчетов по обоснованию технических решений, методами разделения, выделения, очистки, идентификации и синтезам органических соединений; обращения с жидкими, твердыми, горючими, летучими и токсичными веществами, с приборами и оборудованием лаборатории органического синтеза.

### Структура курса:

| Неделя  | Название темы  | Часы | Темы СРС  |
|---|--|------|---|
| 1   | 2  | 3    | 4   |
| <b>Модуль 1. Карбоциклические соединения.</b> |  |      |   |
| 1.  | Лекция 1. Циклоалканы.   | 1    | Специфические способы получения и конформационные особенности малых и обычных алициклов |
|   | Лаб.занятие: Техника безопасности. Основные правила работы на практикуме «Орг. химия». Приборы и лаб. посуда. Семинар. Проверка остаточных знаний. Конформационный анализ. | 2    |   |

| 1  | 2  | 3 | 4  |
|--|--|---|--|
| 2.   | Лекция 2. Ароматические углеводороды.  | 1 | Полиядерные и небензоидные ароматические соединения. Способы получения. Особенности строения. Химические свойства. |
|  | Лаб.занятие: Синтез сульфопроизводных ароматического ряда.<br>Семинар. Проверка остаточных знаний. по теме "Циклоалканы"   | 2 |  |
| 3.   | Лекция 3. Ароматические углеводороды.  | 1 | Реакции без сохранения ароматичности: гидрирование, галогенирование, озонолиз, окисление, изомеризация.            |
|  | Лаб.занятие: Синтез сульфопроизводных ароматического ряда<br>Семинар. Проверка остаточных знаний. по теме "Полиядерные и небензоидные ароматические углеводороды"      | 2 |  |
| <b>Модуль 2. Гетероциклические соединения</b>                      |  |   |  |
| 4.   | Лекция 4. Моноядерные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.  | 1 | Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Взаимные переходы тиафена, фурана и пиррола.                        |
|  | Лаб.занятие: Синтез нитропроизводных ароматического ряда<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Механизм электрофильного замещения ароматических соединений " | 2 |  |
| 5.   | Лекция 5. Пиридин.   | 1 | Моноядерные шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.  |
|  | Лаб.занятие: Синтез нитропроизводных ароматического ряда<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Моноядерные пятичленные гетероциклы "                         | 2 |  |
| 6.   | Лекция 6. Полиядерные пяти- и шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.   | 1 | Полиядерные пяти- и шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами   |
|  | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций восстановления ароматических производных<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Пиридин "                              | 2 |  |
| 7.   | Лекция 7. Шестичленные насыщенные гетероциклы с одним гетероатомом.  | 1 | Биологическая активность производных пиперидина, оксана (тетрагидропирана) и тиана (тетрагидротиапирана)           |
|  | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций восстановления ароматических производных<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Хинолин, индол "                       | 2 |  |
| <b>Рубежный контроль 1. Контрольная работа.</b>                    |  |   |  |
| <b>Модуль 3. Функциональные производные циклических соединений</b> |  |   |  |
| 8.   | Лекция 8. Галоидарены.   | 1 | Полигалогенарены и полигалогенцикланы. Способы получения. Пестициды.   |
|  | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций окисления ароматических производных<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по модулям 2 и 3.                                    | 2 |  |
| 9.   | Лекция 9. Циклические гидроксилсодержащие соединения.  | 1 | Моно- и полиядерные полифенолы   |
|  | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций окисления ароматических производных<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Галоидарены "                               | 2 |  |

| 1   | 2   | 3 | 4   |
|---|---|---|---|
| 10  | Лекция 10. Ароматические кетоны и альдегиды.  | 1 | Хинон и бензофенон. Способы получения и химические свойства.  |
|   | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций окисления ароматических производных<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Фенол "                            | 2 |   |
| 11  | Лекция 11. Циклические кислоты и их производные.  | 1 | Глифталевые смолы. Коричная, антралиловая, салициловая, галловая кислоты; их получение и использование в синтетической практике и народном хозяйстве. |
|   | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций диазосоединений с выделением азота<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме " Ароматические кетоны и альдегиды " | 2 |   |
| 12  | Лекция 12. Нитросоединения циклического ряда.   | 1 | Полинитросоединения. Взрывчатые вещества.   |
|   | Лаб.занятие: Синтезы на основе реакций азочетания<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Циклические кислоты и их производные "                      | 2 |   |
| 13  | Лекция 13. Ароматические амины  | 1 | Промышленные способы получения анилина и дифениламина. Химические свойства дифениламина.  |
|   | Лаб.занятие: Качественный функциональный анализ<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Ароматические нитропроизводные "                              | 2 |   |
| 14  | Лекция 14. Ароматические диазосоединения  | 1 | Цвет. Цветность органических соединений. Фенолфталеин, лакмус. Промышленные красители.  |
|   | Лаб.занятие: Анализ неизвестного вещества.<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Ароматические амины "  | 2 |   |
| 15  | Лекция 15. Ароматические сульфопроизводные  | 1 | Химическая схема производства додецилсульфоната натрия (ДДСNa). Моющие средства.  |
|   | Лаб.занятие: Анализ неизвестного вещества.<br>Семинар. Проверка остаточных знаний по теме "Ароматические диазосоединения"                                     | 2 |   |
| <b>Рубежный контроль 2. Контрольная работа.</b> |   |   |   |

### Список литературы:

#### Основная:

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
2. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
3. Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.
4. Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. – М.: Дрофа, 2002.
5. Березин Б.Д. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, 2003.

#### Дополнительная:

1. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: "Владос", 2 том, 2003.
2. Альбицкая В.М., Бальян Х.В. и др. Лабораторные работы по органической химии./ под ред. Гинзбурга М.: ВШ, 1982.
3. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С. Лабораторные работы в органическом практикуме. – М.: Химия, 1974.



4. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, ВШ, 1974.
5. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Химия, 1990.
6. Гитис С.С. и др. Практикум по органической химии. Органический синтез, М., 1991

### Тематика СРСП

1. Решение задач по теме «Циклоалканы»
- 2-3. Решение задач по теме «Арены»
- 4-5. Решение задач по теме «Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом»
- 6-7. Решение задач по теме «Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом»
8. Решение задач по теме «Галоидарены»
9. Решение задач по теме «Циклические гидроксилсодержащие соединения»
10. Решение задач по теме «Циклические кетоны и альдегиды»
11. Решение задач по теме «Циклические кислоты и их производные»
12. Решение задач по теме «Нитросоединения циклического ряда»
13. Решение задач по теме «Ароматические амины»
14. Решение задач по теме «Дiazосоединения ароматического ряда»

### Формы контроля знаний:

| <b>1 рубежный контроль</b> |        |                    |            |
|----------------------------|--------|--------------------|------------|
| Наименование               | Оценка | Количество занятий | Итого      |
| Лабораторная работа        | 6      | 7                  | 42         |
| Семинар. Оценка знаний     | 3      | 7                  | 21         |
| СРСП                       | 1      | 7                  | 7          |
| Контрольная 1.             | 30     | 1                  | 30         |
| <b>ВСЕГО</b>               |        |                    | <b>100</b> |
| <b>2 рубежный контроль</b> |        |                    |            |
| Наименование               | Оценка | Количество занятий | Итого      |
| Лабораторная работа        | 6      | 8                  | 48         |
| Семинар. Оценка знаний     | 3      | 8                  | 24         |
| СРСП                       | 1      | 8                  | 8          |
| Контрольная 2.             | 20     | 1                  | 20         |
| <b>ВСЕГО</b>               |        |                    | <b>100</b> |

| <b>ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН</b> |            |
|-------------------------|------------|
| 1 вопрос                | 25         |
| 2 вопрос                | 35         |
| 3вопрос                 | 40         |
| <b>ВСЕГО</b>            | <b>100</b> |

### Шкала оценки знаний:

| Буквенный эквивалент оценки | Цифровой эквивалент оценки | Баллы, в % | Оценка по традиционной системе |
|-----------------------------|----------------------------|------------|--------------------------------|
| A                           | 4                          | 96-100     | Отлично                        |
| A-                          | 3,67                       | 90-95      |                                |
| B+                          | 3,33                       | 86-90      |                                |
| B                           | 3                          | 80-85      | Хорошо                         |
| B-                          | 2,67                       | 76-79      |                                |
| C+                          | 2,33                       | 71-75      |                                |
| C                           | 2                          | 66-70      | Удовлетворительно              |
| C-                          | 1,67                       | 61-65      |                                |
| D+                          | 1,33                       | 56-60      |                                |

|      |   |        |   |
|------|---|--------|---|
| D    | 1 | 50-55  |   |
| F    | 0 | < 50   | Неудовлетворительно<br>(непроходная оценка) |
| I    | 0 | 0      | Дисциплина не завершена                     |
| W    | 0 | 0      | Отказ от дисциплины                         |
| AW   | 0 | 0      | Отчислен с дисциплины                       |
| AU   | 0 | 0      | Дисциплина прослушана                       |
| P/NP | - | 65-100 | Зачтено/ не зачтено                         |

**При оценке работы студента в течение семестра учитывается следующее:**

- посещаемость занятий;
- активное и продуктивное участие в лабораторных занятиях;
- изучение основной и дополнительной литературы;
- остаточные знания по темам и модулям;
- своевременная сдача всех заданий по СРСП.

**Пересдача заданий по СРСП или на остаточные знания запрещена.**

**Оценка по каждому занятию выставляется преподавателем еженедельно.**

**Политика академического поведения и этики**

Будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Недопустимы плагиат, списывание и подсказки во время сдачи контрольных, СРСП и СРС, а также итогового экзамена. Студент, уличенный в фальсификации любой информации получает оценку F.

**Помощь:** За консультациями по выполнению СРС и СРСП, по пройденному материалу и по лекциям обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

*Рассмотрено на заседании кафедры органической химии  
и химии природных соединений  
Протокол № от 2013 г.*

Зав. кафедрой органической химии и химии природных соединений, д.х.н., проф.

Абилов Ж.А.

Лектор, д.х.н., доцент

Калугин С.Н.

## Предисловие

**Краткое описание курса:** Современные технологии производства важнейших органических веществ и материалов требуют глубоких знаний химических процессов, протекающих на всех этапах производства. Для обеспечения успешного протекания производственных процессов будущему химику-технологу необходимы глубокие знания в области органической химии.

Общий курс «Органическая химия циклических соединений» является обязательной дисциплиной в государственных вузах по специальности «5В072100 – химическая технология органических веществ», так как составляет основу ведущих отраслей народного хозяйства и медицины. Указанный курс является теоретической базой для развития целого ряда отраслей, таких как нефтехимический, основной и тонкий органический синтез, производство фармацевтических и сельскохозяйственных препаратов, химических волокон, пластических масс и пленок, красителей, взрывчатых веществ; кожевенной, парфюмерной и пищевой промышленности.

**Цель курса** – дать фундаментальные основы органической химии, показать ее значение и роль как теоретической базы важнейших отраслей химической промышленности.

**Задачами** преподавания дисциплины является добиться понимания логической связи структура и реакционная способность органических соединений, дать сведения о самих веществах и методах их получения, применения их в экономике и в быту; привитие практических навыков работы при синтезе и идентификации соединений.

Данный курс параллельно изучается с дисциплинами: «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология» и др.

### **Основные формы компетенции бакалавра:**

При освоении курса «Органическая химия циклических соединений» студентам необходимо **знать:** общие закономерности, связывающие строение и свойства органических соединений, методы получения основных классов соединений, механизмы протекания основных типов реакций, экологические проблемы технологий органических веществ;

**Бакалавр должен уметь:** решать задачи, связанные с технологией органических веществ, синтезировать и идентифицировать соединение.

**Должен овладеть:** навыками химических расчетов по обоснованию технических решений, методами разделения, выделения, очистки, идентификации и синтезам органических соединений; обращения с жидкими, твердыми, горючими, летучими и токсичными веществами, с приборами и оборудованием лаборатории органического синтеза.

## ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

по дисциплине «Органическая химия циклических соединений»,  
специальность 050721- ХТОВ

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Автокаталитическая реакция  | Реакция, в которой конечный или промежуточный продукт действует как катализатор. Для такой реакции скорость часто увеличивается во времени.   |
| Аддукт                      | Новое соединение типа АВ, каждая молекула которого образована прямым соединением двух отдельных составляющих А и В. Стехиометрия может быть не только 1:1.  |
| Акцептор электрона          | Соединение, к которому может быть перенесен электрон.   |
| Амбидентный                 | Соединение обладающее двумя реакционными центрами, с каждым из которых в ходе реакции может быть образована новая связь. При этом реакция при одном центре резко тормозит реакцию по другому. Термин применим к сопряженным нуклеофилам, например енолят-ионам.   |
| Анти                        | Стереохимическое отношение, обозначающее “на противоположной стороне” <ul style="list-style-type: none"><li>– Два заместителя у атомов, связанных простой связью, находятся в анти-положении, если торсионный угол между ними больше <math>90^\circ</math> или в син-положении если он меньше <math>90^\circ</math>.</li><li>– Тип присоединения к двойной связи.</li></ul> |
| Апротонный                  | Растворитель не обладающий ни протогенной, ни прототфильной способностью.   |
| Батохромный                 | Любое влияние на молекулу (заместитель, растворитель...), вызывающее в электронных спектрах поглощения или испускания сдвиг в длинноволновую область. Противоположный сдвиг называют “гипсохромным”.  |
| Бирадикал                   | Частица, электронное состояние которой описывается формулой, содержащей два неспаренных электрона на атомных орбиталях различных атомов.  |
| Вандерваальсовы силы        | Силы притяжения между молекулами (или между группами одной молекулы), отличные от сил, возникающих за счет образования связи или электростатического взаимодействия ионов или ионных групп друг с другом или с нейтральными молекулами.   |
| Водородная связь            | Форма ассоциации между электротрицательным атомом и водородным атомом, связанным с другим электротрицательным атомом. Могут быть меж- и внутримолекулярными. Обычно энергия этих связей 20-25 кДж/моль-1.   |
| Восстановление              | Полный перенос одного или нескольких электронов к молекуле. Процесс, обратный окислению.  |
| Вырожденная перегруппировка | Молекулярная перегруппировка, в которой основной продукт реакции неотличим от основного реагента. Наличие вырожденных перегруппировок можно определить с помощью изотопной метки или динамической ЯМР-спектроскопии.  |
| Гетеролиз                   | Расщепление связи таким образом, что оба связывающих электрона остаются с одним из двух фрагментов, связь между которыми разрывается.   |
| Гидратация                  | Присоединение воды или элементов воды к молекуле.   |
| Гидрофобное взаимодействие  | Тенденция углеводов (или липофильных групп в растворенных веществах) образовывать межмолекулярные агрегаты в водной среде (и аналогичные внутримолекулярные взаимодействия).  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Гиперконъюгация                | Это взаимодействие s-связей с p-системой. Это понятие распространяется на карбониевые ионы и радикалы, где имеется взаимодействие между s-связями и незаполненными или частично заполненными p- или p-орбиталями.  |
| Гомолиз                        | Расщепление связи, происходящее таким образом, что у каждого из молекулярных фрагментов, связь между которыми разрывается, остается один связывающий электрон.   |
| Гость                          | Органический или неорганический ион или соединение, которое занимает полость, щель или гнездо внутримолекулярной структуры молекулы-хозяина и образует с ней комплекс или захватывается полностью внутри кристаллической структуры хозяина.  |
| Делокализация                  | Квантовомеханическое понятие, непосредственно связанное с принципом неопределенности, наиболее употребляемое для описания p-связи в сопряженных системах.  |
| Диполярная связь               | Связь, образованная координацией двух нейтральных частиц. Предпочтительнее термина “координационная связь”, “донорная связь”.  |
| Диспропорционирование          | Любая химическая реакция типа $A+A=A'+A''$   |
| Диссоциация                    | Разделение молекулы на две или несколько частиц. Примерами являются мономолекулярный гетеролиз, разделение ионной пары на составляющие свободные ионы.   |
| Донор электрона                | Соединение, которое может передавать электрон другому соединению.  |
| Жесткая кислота                | Кислота Льюиса, акцепторный центр которой имеет низкую поляризуемость. Она связывается с жесткими основаниями скорее, чем с “мягкими основаниями” Напротив, “мягкая кислота” обладает акцепторным центром с высокой поляризуемостью и проявляет соответствующее предпочтение к “мягкому” партнеру. |
| Жесткое основание              | Основание Льюиса с донорным центром низкой поляризуемости и с вакантными орбиталями высокой энергии. Обратно “мягкому” основанию.  |
| Изомеризация                   | Химическая реакция, главный продукт которой является изомером главного реагента. Изомеризация необязательно подразумевает молекулярную перегруппировку, например, переходы конформеров.  |
| Изотопный эффект               | Отношение констант скорости или констант равновесия двух реакций, которые отличаются только изотопным составом одного или нескольких химически идентичных компонентов Клегк./ Ктяж.  |
| Илид                           | Соединение образующееся при потере протона атомом, прямо связанным с центральным гетероатомом “ониевого иона”.   |
| Ингибирование                  | Уменьшение скорости реакции, вызываемое добавлением вещества-ингибитора, которое влияет на реагент, катализатор или интермедиат.   |
| Индекс реакционной способности | Какой либо численный индекс, выведенный из квантовохимических модельных расчетов, позволяющий предсказать относительную реакционную способность различных положений в молекуле. Наиболее успешно применяется к реакциям замещения в сопряженных системах.  |
| Индукционный эффект            | Экспериментально наблюдаемый эффект передачи заряда по цепи атомов за счет электростатической индукции. Не смешивать с эффектом поля.  |
| Инициирование                  | Реакция или процесс, генерирующий свободные радикалы, которые затем участвуют в цепной реакции.  |

|   |   |
|---|---|
| Интермедиат, промежуточный продукт      | Молекула, время жизни которой заметно больше, чем время молекулярного колебания (соответствующее локальному минимуму потенциальной энергии на глубине большей, чем RT) и которая образуется из реагентов и превращается далее, давая продукты химической реакции.   |
| Ионизация                               | Генерация одного или нескольких ионов. Может происходить при потере электрона нейтральной молекулой за счет мономолекулярного гетеролиза на два или несколько ионов. Другим вариантом является гетеролитическая реакция замещения, включающая нейтральные молекулы.<br>$RCI + AlCl_3 \rightarrow R^+ + AlCl_4^-$  |
| Ионизирующая способность                | Качественное понятие для обозначения тенденции определенного растворителя промотировать ионизацию незаряженного растворенного вещества.   |
| Ион-радикал                             | Радикал, имеющий электрический заряд. Положительно заряженный радикал называют “катион-радикал”, отрицательно заряженный радикал называют “анион-радикал”. Если положение неспаренного спина и заряда невозможно связать с определенным атомом, значки точки и заряда располагают последовательно $\cdot+$ или $\cdot-$ в соответствии названием “радикал-ион”. |
| Ипсо-атака                              | Присоединение входящей группы по положению в ароматическом соединении, уже имеющему заместитель, отличный от водорода.  |
| Карбанион                               | Название частиц, содержащих четное число электронов и имеющих неподеленную пару на трехвалентном атоме углерода или имеющих хотя бы одну резонансную структуру с НЭП на трехвалентном атоме углерода.   |
| Карбен                                  | Название частиц, содержащих электрически нейтральный атом углерода с двумя несвязывающими электронами. Эти электроны могут иметь антипараллельные спины (синглетное состояние) или параллельные спины (триплетное состояние).   |
| Карбениевый ион                         | Карбокатион, который имеет хотя бы одну резонансную структуру, содержащую трехвалентный атом углерода с вакантной p-орбиталью.  |
| Карбин                                  | Частица, содержащая электронейтральный одновалентный атом углерода с тремя несвязывающими электронами.  |
| Карбокатион                             | Катион, содержащий четное число электронов, в котором значительная доля избыточного положительного заряда, локализована на одном или нескольких углеродных атомах.  |
| Квантовый выход                         | Число молей, превращенных физически или химически, на моль фотонов, поглощенных системой.   |
| Кине-замещение                          | Реакция замещения (для ароматических соединений), в которой входящая группа занимает положение, соседнее с положением, которое занимала уходящая группа.  |
| Кинетический контроль состава продуктов | Термин характеризует условия (включая время реакции), которые приводят к продуктам реакции в соотношении, контролируемом относительными скоростями параллельных (прямых) реакций, ведущих к их образованию.   |
| Кислота Льюиса                          | Молекула, представляющая собой акцептор электронной пары, и поэтому способная реагировать с основанием Льюиса с образованием аддукта путем обобществления электронной пары, представляемой основанием.  |
| Кислотность                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кислотность соединения. Для кислот Бренстеда К. означает</li> </ul>  |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | тенденцию данного соединения выступать в роли донора протонов. Количественно $K_a$ выражается константой диссоциации данного соединения в воде или другой среде.   |
| Константа $s$                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Кислотность среды. В этих случаях <math>K_a</math> означает тенденцию среды протонировать стандартные основания. Количественно выражается функцией кислотности.</li> </ul> <p>Гамметовская константа заместителя, определяемая как <math>\lg(K_a/K_a^\circ)</math>, где <math>K_a</math> - константа ионизации мета- или пара- замещенной бензойной кислоты в воде при <math>25^\circ</math>, а <math>K_a^\circ</math> - соответствующая константа для самой бензойной кислоты. Качественно большая положительная величина <math>s</math> подразумевает высокую электроноакцепторную способность.</p> |
| Конъюгация, сопряжение               | В структурной формуле альтернирующая последовательность простых и кратных связей, содержащая минимум две кратные связи. Применяется также к перекрыванию атомных p-орбиталей трех или более соседних атомов.   |
| Координата реакции                   | Геометрический параметр, который изменяется в ходе превращения одной или нескольких молекул реагента в одну или несколько молекул продукта реакции и величина которого может служить мерой развития элементарной стадии.   |
| Координационное число<br>Координация | Число других атомов непосредственно связанных с данным атомом. Образование ковалентной связи. Два неспаренных электрона которой берутся только от одной из двух частей состоящей из них молекулы, как в реакции между кислотой и основанием Льюиса с образованием аддукта.   |
| Лиганд                               | Если возможно указать центральный атом в многоатомной молекуле, то атомы или группы, связанные с этим атомом называют лигандами.   |
| Линейное соотношение энергии Гиббса  | Линейная корреляция между логарифмом констант скорости или константы равновесия одного ряда реакций с логарифмом константы скорости или равновесия родственного ряда реакций. Примером служит уравнение Гаммета.   |
| Липофильный                          | Применяется к молекулам (или их частям), имеющим склонность растворяться в жироподобных растворителях (например, углеводороды).  |
| Межфазный катализ                    | Явление увеличения скорости реакции между веществами, находящимися в различных фазах, при добавлении небольшого количества агента (называемого межфазным катализатором), который переносит одни из реагентов (как правило, анион), через поверхность раздела в другую фазу, где и идет реакция. Катализаторами являются соли органических ионов или агенты, которые комплексуется неорганические ионы.   |
| Мезомерный эффект                    | Экспериментально наблюдаемый эффект заместителя, связанный с перекрыванием его p- или p-орбиталей с p- или p-орбиталями остальной молекулы. Это перекрывание вызывает делокализацию электронного заряда, который может перемещаться к заместителю или от него.   |
| Метатезис                            | Бимолекулярный процесс, формально включающий обмен связей между химически сходными молекулами, протекающий таким образом, что образующаяся связь в продуктах идентична.  |
| Миграция                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перенос атома или группы в ходе молекулярной перегруппировки</li> <li>• Перемещение связи в новое положение той же самой</li> </ul>   |

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Молекулы                             |   |
| Мицеллярный катализ                  | Ускорение реакции в растворе при добавлении поверхностно-активного вещества, наблюдаемое в случае, если реакция может протекать в окружении агрегатов ПАВ.  |
| Многостадийная реакция               | Реакция, в которой образуется по крайней мере один интермедиат и которая состоит по крайней мере из двух последовательных элементарных стадий.  |
| Многоцентровая связь                 | Связи, в которых электронные пары занимают орбитали, окружающие три и более атомных центра.   |
| Молекулярная орбиталь                | Одноэлектронная волновая функция, описывающая движение электрона в эффективном поле, создаваемом ядрами и остальными электронами молекулы, состоящей из более чем одного атома. Ее можно преобразовать в составляющие функции и получить локализованные МО. Изображают с помощью контура, на котором волновая функция имеет постоянную величину (контурная карта) или схематически указывают линию, огибающую область пространства, в котором произвольно отмечена высокая (например 95%) вероятность нахождения электронов, заселяющую данную область. При этом дается также алгебраический знак (+ или -) волновой функции в каждой части этой области. |
| Молекулярная перегруппировка         | Применим к любым реакциям, которые нарушают принцип “минимального структурного изменения”. В результате этих реакций происходит перестройка атомного скелета молекулы или местоположение функциональных групп.  |
| Молекулярность                       | Число реагирующих молекул, которые участвуют в элементарном акте реакции.   |
| Напряжение                           | Имеется напряжение, если величины длин связей, валентных углов или диэдральных углов отличаются от соответствующих типичных значений в родственных молекулах или если расстояние между несвязанными атомами короче, чем сумма вандерваальсовых радиусов этих атомов. Количественно определяется как энтальпия данной структуры по отношению к ненапряженной структуре.  |
| Нестабильный                         | Противоположный стабильному, т.е. соединение имеющее более высокую молярную энергию Гиббса, чем некий предполагаемый стандарт.  |
| Нуклеофил                            | Реагент, который образует связь со своим партнером в реакции (электрофилом), отдавая оба связывающих электрона.   |
| Нуклеофильность                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство быть нуклеофилом.</li> <li>• Относительная реакционная способность.</li> </ul>  |
| Нуклеофуг                            | Уходящая группа, которая уносит связывающую электронную пару. Например, при гидролизе алкилхлоридов Cl <sup>-</sup> является нуклеофугом.   |
| Обрыв цепи                           | Стадии в цепной реакции, в которых реакционноспособный интермедиат разрушается или дезактивируется и, таким образом, обрывает цепь.   |
| Однозаселенная молекулярная орбиталь | Обычно – наполовину заполненная самая высокоэнергетическая заселенная орбиталь (ВЗМО) радикала.   |
| Ониевый ион                          | Катион, центральный атом которого несет формальный положительный заряд и связан с одновалентными атомами или группами, число которых на единицу больше, чем в соответствующей нейтральной молекуле с тем же центральным атомом.   |
| Орбитальная                          | Термин используется при обсуждении химических изменений, при  |



|   |   |
|---|---|
| симметрия                                 | которых подразумевается сохранение орбитальной симметрии. Если определенный элемент симметрии (например, плоскость отражения) сохраняется в ходе молекулярной реорганизации, орбиталь должна сохранять свой тип симметрии относительно этого элемента. Это дает качественную основу для корреляционных диаграмм, показывающих, как преобразуются молекулярные орбитали в ходе идеализированных химических изменений (например, циклоприсоединение). |
| Основание Льюиса                          | Молекула, способная отдавать пару электронов и за счет этого координироваться с кислотой Льюиса, вследствие чего образуется аддукт.   |
| Перенос электрона                         | Процесс, в результате которого осуществляется перенос электрона к молекуле.   |
| Переходное состояние                      | Состояние с более положительной молярной энергией Гиббса между реагентами и продуктами, через которое должен пройти ансамбль атомов на пути от реагентов к продуктам реакции в любом направлении.   |
| Перициклическая реакция                   | Химическая реакция, в которой согласованная реорганизация связей происходит через циклическую последовательность непрерывно связанных атомов. Ее можно рассматривать как реакцию, происходящую через полностью сопряженное циклическое переходное состояние.  |
| Пиролиз                                   | Термолиз, обычно связанный с действием высокой температуры.   |
| Поверхность потенциальной энергии реакции | Геометрическая поверхность, представляющая собой график зависимости потенциальной энергии реагентов от координат, определяющих молекулярную геометрию системы.  |
| Поляризуемость                            | Небольшая деформация электронного облака молекулы под действием электрического поля, например, в присутствии заряженного реагента. Различают продольную (вдоль связи) и поперечную (перпендикулярно связи).   |
| Полярный эффект                           | Влияние заместителя на скорость реакции, связанное с электроотрицательностью заместителя.   |
| Порядок связи                             | Теоретический показатель степени связывания между двумя атомами по отношению к связыванию обычной ординарной связи, т.е. связи, образованной одной локализованной электронной парой.  |
| Правило Бредта                            | Двойная связь не может быть в голове моста мостиковой циклической системы, если цикл не настолько велик, чтобы вместить двойную связь без избыточного напряжения. Эта ситуация возможна в случае циклов имеющих более чем 7 атомов в цикле.   |
| Правило Хюккеля                           | Моноциклические системы тригонально гибридных атомов, которые содержат $(4n+2)$ p-электронов (где $n$ – всегда положительное число), всегда будут проявлять ароматический характер.   |
| Принцип наименьшего движения              | Гипотеза о том, что для данных реагентов, реакции, включающие наименьшее изменение в положениях ядер, будут иметь самую низкую энергию активации.   |
| Принцип Хэммонда                          | Допущение о том, что в случае если переходное состояние, ведущее к неустойчивому интермедиату или продукту имеет почти ту же энергию, как интермедиат, то они взаимно превращаются друг в друга лишь с небольшой реорганизацией молекулярной структуры.   |
| Присоединение                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Краткая форма для “Реакции присоединения”.</li> <li>• Неточно – образование аддукта.</li> </ul>  |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Пространственный эффект       | Увеличение (или уменьшение) константы скорости по сравнению с модельным соединением, возникающее в результате различия в напряжении между реагентами, с одной стороны и переходным состоянием или продуктами реакции, с другой.   |
| Протогенный                   | Способный действовать как донор протонов (сильно или слабо кислый в соответствии с представлениями Бренстеда).  |
| Протолиз                      | Синоним для реакции с переносом протона. Неоднозначен.  |
| Профиль потенциальной энергии | Кривая, описывающая изменение потенциальной энергии системы атомов как функцию только геометрических координат, которую составляют реагенты и продукты реакции. Соответствует “энергетически наиболее легкому переходу” от реагентов к продуктам.   |
| Путь реакции                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синоним – механизм.</li> <li>• Траектория поверхности потенциальной энергии.</li> </ul>  |
| Радикал                       | Молекула, имеющая неспаренный электрон. Парамагнитные ионы обычно рассматривают как радикалы.   |
| Радикальная пара              | Термин используется для определения двух радикалов, находящихся в непосредственной близости в жидком растворе в клетке растворителя. Они могут образовываться одновременно при каком-то мономолекулярном процессе.  |
| Радиолиз                      | Расщепление одной или нескольких связей в результате действия излучения высокой энергии.  |
| Разложение                    | Распад одной частицы на два или несколько фрагментов.   |
| Реакционная способность       | Термин выражает кинетическое свойство. Соединение является более реакционноспособным, чем другое, если оно имеет большую константу скорости в определенной элементарной стадии реакции с тем же самым партнером.  |
| Реакция присоединения         | Реакция приводящая к одному продукту из двух или трех реагирующих молекул. В результате образуется две связи.   |
| Реакция конденсации           | Реакция с участием двух или нескольких реагентов, в которой образование основного продукта сопровождается образованием воды или других (аммиака, этанола, сероводорода) простых соединений.   |
| Реакция внедрения             | Химическая реакция общего типа $X-Z + Y \rightarrow X-Y-Z$ . Обратную реакцию называют экструзией.  |
| Реакция замещения             | Элементарная или многостадийная реакция, в которой один атом или группа замещается другим атомом или группой.   |
| Реакция отщепления            | Химическая реакция, главным признаком которой является бимолекулярный отрыв атома (нейтрального или заряженного) от молекулы.   |
| Реакция с переносом протона   | Химическая реакция, главной особенностью которой является межмолекулярный или внутримолекулярный перенос протона от одного реакционного центра к другому.   |
| Реакция элиминирования        | Реакция, обратная реакции присоединения.  |
| Региоселективный              | Региоселективная реакция – это такая реакция, при которой химические изменения происходят преимущественно при одном из нескольких возможных положений в молекуле.   |
| Резонанс                      | Относится к представлению электронной структуры молекулярной системы с помощью составляющих структур. Резонанс этих структур означает, что волновая функция приближенно может быть представлена смещением волновых функций составляющих структур. Эта концепция лежит в основе метода валентных связей. |

|                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
|                                    |  | Результирующая стабилизация связана с понятием “энергия резонанса”.   |
| Связь                              |  | Область относительно высокой электронной плотности между двумя атомами, которая возникает за счет обобществления электронов и обуславливает силы притяжения между атомами. Нельзя употреблять термин при описании кулоновского притяжения или при описании вандерваальсовых сил.  |
| Селективность                      |  | Способность различать, проявляемая реагентом в конкурентной атаке двух или нескольких субстратов или двух или нескольких положений в одном и том же субстрате. Количественно выражается отношением констант скорости конкурентных реакций или десятичным логарифмом этого отношения.  |
| Сигматропная перегруппировка       |  | Молекулярная перегруппировка, которая включает образование новой s-связи между ранее непосредственно несвязанными атомами, и разрыв существующей s-связи. Обычно имеет место конкурентное перемещение p-связи в рассматриваемой молекуле, но общее число s и p-связей не меняется.  |
| Согласованный (концертный) процесс |  | Два или несколько простых изменения, протекающие в той же самой элементарной стадии. Т.е. в этой ситуации простые изменения включают переходное состояние более низкой энергии, чем при последовательных изменениях.  |
| Соединение включения               |  | Комплекс, в который один компонент (хозяин) образует кристаллическую решетку, имеющую полости в форме длинных туннелей или каналов, в которых располагаются другие молекулы (гости). Между гостем и хозяином не образуется химической связи, а имеется притяжение за счет сил Ван-дер-Ваальса. Если полость в решетке хозяина замкнута со всех сторон, то такие соединения называются “клатраты” или “клеточные соединения”.            |
| Сольватация                        |  | Любое стабилизирующее взаимодействие растворенного вещества с растворителем или аналогичное взаимодействие с растворителем отдельных групп нерастворимого вещества (ионные группы в ионнообменных смолах). Примерами такого взаимодействия являются обычные электростатические и вандерваальсовы силы, а также химически более специфические эффекты, такие, как образование водородной связи.  |
| Сольволиз                          |  | В широком смысле – реакция с растворителем, включающая разрыв одной или более связей в реагирующей растворенном веществе. Например, алкоголиз.  |
| Сопряженная пара кислота-основание |  | Кислоту Бренстеда $BH^+$ , образованную основанием $B$ , называют кислотой, сопряженной основанию $B$ , а $B$ есть основание, сопряженной кислоты $BH^+$ .  |
| Специфический катализ              |  | Ускорение реакции одним катализатором в большей степени, чем семейством родственных веществ. Чаще всего термин используется в связи со специфическим катализом водородным или гидроксил-ионом.  |
| Спиновая ловушка                   |  | Накопление более устойчивого радикала при взаимодействии промежуточного радикала с диамагнитным реагентом. Образующий радикал накапливается и его концентрация и становится возможным определение и часто идентификация с помощью ЭПР. Диамагнитный реагент называют “спиновой ловушкой”. Наиболее распространены как спиновые ловушки C-нитрозосоединения и нитроны, которые быстро присоединяют радикалы с образованием нитроксильных |

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | радикалов.   |
| Спиновая метка             | Устойчивая парамагнитная группа (например, нитроксильный радикал), которая прикрепляется к части другой молекулы и которую можно обнаружить по спектру ЭПР.  |
| Сродство к электрону       | Энергия, высвобождающаяся, когда дополнительный электрон присоединяется к молекуле. Измерение возможно в газовой фазе.   |
| Сродство к протону         | Энергия, высвобождающаяся в газофазной реакции между протоном и молекулой с образованием соответствующей сопряженной кислоты.  |
| Стадия реакции             | Одна или несколько (возможно экспериментально неразличимых) стадий реакции, протекающих с участием определяемого или предполагаемого промежуточного продукта.  |
| Степень окисления          | Термин применяется в органической химии в качестве определения того, можно ли данное превращение считать окислением или восстановлением на основании суммы окислительных чисел соответствующих групп углеродных атомов в субстрате и продукте.   |
| Стереоселективность        | Стереоселективной реакцией называют ту, в которой химические изменения приводят к преимущественному образованию одного из двух или нескольких возможных продуктов, которые отличаются своей стереохимией.  |
| Стереоспецифический        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реакцию называют стереоспецифической, если исходные вещества, отличающиеся только стереоизомерией, превращаются в стереоизомерные продукты.</li> <li>• Термин употребляется для описания реакций с высокой (&gt;98%) стереоселективностью.</li> </ul> |
| Сtereoхимический           | Относится к изомерии, возникающей благодаря различиям в пространственном расположении связей, без различия в изомерах в характере и кратности связей.  |
| Сtereoэлектронный          | Относится к зависимости свойств (в особенности энергии) молекулы в определенном электронном состоянии от относительной геометрии ядер. Обычно применяют к основному состоянию.   |
| Сtereoэлектронный контроль | Зависимость природы продуктов реакции от стереоэлектронных факторов. Используется обычно применительно к орбиталиям.   |
| Суперкислота               | Среда, имеющая высокую кислотность, обычно большую, чем 100% серная кислота, Получают растворением сильных кислот Льюиса в подходящей кислоте Бренстеда. Эквимольная смесь HSO <sub>3</sub> F и SbF <sub>3</sub> известна под названием “магическая кислота”.                                  |
| Таутомерия                 | Изомерия общего вида G-X-Y=Z $\longleftrightarrow$ X=Y-Z-G, где изомеры (называемые таутомерами) претерпевают легкое взаимное превращение. Сюда относят протропию, анионо- и катионотропию.  |
| Телезамещение              | Реакция замещения, при которой входящая группа занимает положение, удаленное более чем на один атом, с которым была связана уходящая группа.   |
| Теломеризация              | Образование в качестве продукта присоединения олигомера с одинаковыми концевыми группами X' и X'' при цепной реакции, в которой длина образующегося полимера (теломера) лимитируется переносом (передачей) цепи.   |
| Термодинамический контроль | Характеризует условия, которые приводят к продуктам реакции в соотношении, контролируемом константами равновесия их взаимного превращения и (или) взаимного превращения интермедиатов, образованных в лимитирующей стадии или после нее.   |

|  |   |
|--|---|
| Термолиз   | Некатализируемое расщепление одной или нескольких ковалентных связей в результате взаимодействия на соединение повышенной температуры.  |
| Уходящая группа  | Атом или группа, которые в результате реакции оказываются отделенными от атома, который в данной реакции рассматривают как оставшуюся или главную часть субстрата.  |
| Участие соседних групп                                 | Прямое взаимодействие реакционного центра (обычно зарождающегося карбениевого центра) с неподеленной электронной парой или с электронами s- или p-связи, имеющейся в исходной молекуле, но не сопряженной с реакционным центром. “Анхимерное содействие” – пример такого взаимодействия.  |
| Фактор селективности                                   | Количественное представление селективности в реакциях ароматического замещения (обычно электрофильного).  |
| Фотолиз  | Расщепление одной или нескольких ковалентных связей в молекуле, происходящее в результате поглощения света, или фотохимический процесс, в котором такое расщепление играет решающую роль. Применим для обозначения метода лазерного фотолиза и флеш-фотолиза.   |
| Фрагментация   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Гетеролитическое расщепление молекулы согласно общей реакции<br/> <math>a-b-c-d-x \rightarrow a-b + c=d + :x</math>, где <math>a-b</math> – есть электрофуг, <math>:x</math> – нуклеофуг, а средняя группа <math>c-d</math> является предшественником ненасыщенного фрагмента <math>c=d</math></li> <li>• Распад ион-радикала в масс-спектрометре или растворе с образованием иона меньшей молекулярной массы и радикала.</li> </ul> |
| Функция кислотности                                    | Любая количественная шкала, пригодная для измерения термодинамической протондонорной (или протоноакцепторной) способности растворов образовывать в растворе аддукт Льюиса. Зависит от растворенного вещества.   |
| Химически индуцированная динамическая поляризация ядер | Эффект встречающийся в спектрах ЯМР продуктов реакции идущей через образование свободных радикалов. Выражается в форме нарушения интенсивности сигнала поглощения или появлении сигналов испускания ЯМР. Происходит из-за не-больцмановского распределения заселенности ядерных спинов, связанного с эффектами спиновой корреляции в радикальных парах, являющихся предшественниками наблюдаемых продуктов.   |
| Хозяин   | Молекула, которая образует комплексы с органическими или неорганическими гостями или химическое соединение, которое может включать другие молекулы ( <u>гостей</u> ) в полости своей кристаллической структуры.   |
| Хромофор   | Одна из группировок в молекуле, с которой связан цвет вещества.   |
| Циклоприсоединение                                     | Реакция, в которой две или несколько ненасыщенных молекул соединяются с образованием одного циклического продукта, в котором имеет место общее уменьшение кратности связей.   |
| Циклоэлимирование                                      | Реакция обратная циклоприсоединению.  |
| Эксимер  | Димер в электронно-возбужденном состоянии, который в основном состоянии обычно диссоциирован.   |
| Эксплекс   | Комплекс в электронно-возбужденном состоянии с определенной стехиометрией, образованный из двух или нескольких молекул. В основном состоянии обычно диссоциирован.  |
| Электронная плотность                                  | Вероятностное распределение электрона в молекуле. Часто ошибочно термин применяют к распределению электронной   |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | плотности.   |
| Электрофил                           | Это реагент, который образует связь со своим партнером в реакции (нуклеофилом), акцептируя оба связывающих электрона.  |
| Электрофильность                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство быть электрофилом.</li> <li>• Относительная реакционная способность электрофильного агента. Измеряется относительными константами скорости для реакций различных электрофильных реагентов по отношению к общему субстрату.</li> </ul>  |
| Электрофуг                           | Уходящая группа, которая не уносит связывающую электронную пару.   |
| Электроциклическая реакция           | Молекулярная перегруппировка, которая включает образование s-связи между концами полностью сопряженной линейной p-электронной системы и уменьшение на единицу числа p-связей, а также – обратный процесс.  |
| Электро-отрицательность              | Мера способности атома или группы атомов притягивать электроны из других частей молекулы.  |
| Энергия активации                    | Экспериментально определяемая величина, выражающая зависимость константы скорости от температуры согласно уравнению $E_a = RT(d \ln(k)/dT)_p$ . Выводится из уравнения Аррениуса $k = A \exp(-E_a/RT)$ .   |
| Энергия гетеролитической диссоциации | Энергия, требуемая для разрыва данной связи гетеролизом. Для диссоциации нейтральной молекулы АВ в газовой фазе на А+ и В- энергия диссоциации $D(A+B^-)$ есть сумма энергии диссоциации связи $D(A-B)$ и адиабатической энергии ионизации радикала А минус электронное сродство радикала В.   |
| Энергия диссоциации связи            | Энергия (на моль) требуемая для гомолитического разрыва данной связи.  |
| Энергия ионизации                    | Минимальная энергия, требующаяся для отрыва электрона от изолированной молекулы в газовой фазе. Если образующаяся частица находится в основном колебательном состоянии термин относится к “адиабатической энергии ионизации”, если она обладает колебательной энергией, определяемой принципом Франка-Кондона (т.е. выброс электрона осуществляется без сопутствующего изменения геометрии) эту энергию называют “вертикальной энергией ионизации”. Термин предпочтительней термина “потенциал ионизации”. |
| Энергия связи                        | Среднее значение энергии диссоциации в газовой фазе всех связей одного и того же типа внутри одной и той же молекулы.  |
| Энтальпия активации                  | Разность стандартной энтальпии между переходным состоянием и основным состоянием реагентов при одинаковых температуре и давлении.  |
| Энтропия активации                   | Разность стандартной энтропии между переходным состоянием и основным состоянием реагентов при одинаковых температурах и давлении.  |
| Эффект поля                          | Экспериментально наблюдаемый эффект (влияние на скорость реакции) внутримолекулярного кулоновского взаимодействия между рассматриваемым центром и отдаленным полюсом или диполем непосредственно через пространство, минуя связи.  |

# СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

## МОДУЛЬ 1. Карбоциклические соединения.

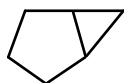
### Лекция 1. Алициклические соединения

**Цель лекции.** Классификация, номенклатура, способы получения и химические свойства циклических соединений алифатического ряда.

**Ключевые слова:** ЦИКЛАНЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ, НОМЕНКЛАТУРА, ИЗОМЕРИЯ, КОНФОРМАЦИИ, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ВЗАИМНЫЕ ПЕРЕХОДЫ.

**Основные вопросы (положения).** Циклоалканы. Классификация и номенклатура моно- и бициклических углеводородов. Типы напряжения в циклах. Геометрическая и оптическая изомерия в алициклах. Особенности строения циклопропанового кольца. Конформационные особенности циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации кресла и ванны. Связи аксиальные экваториальные. Нафтены. Химические свойства малых циклов. Реакции присоединения и замещения: гидрирование и окисление циклопропана, присоединение бромистого водорода и галогенов. Взаимные переходы трех и четырехчленных циклов при перегруппировках Демьянова. Химические свойства обычных циклов. Реакции свободно-радикального замещения циклопентана и циклогексана. Гидрогенолиз и дегидрирование циклопентана и циклогексана.

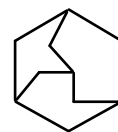
### Основные схемы, формулы



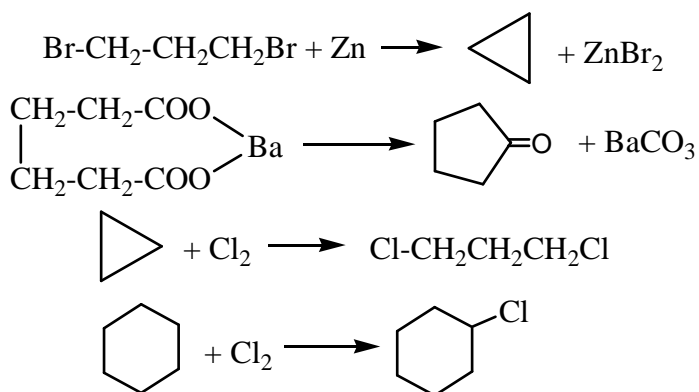
бицикло-(3,1,0)-гексан



бицикло-(2,2,0)-гексан



трицикло-/3,3,1,1/-декан  
или адамантан



### Вопросы для самоконтроля.

1. Конформационный анализ малых и обычных циклов.
2. Почему обычные циклы более устойчивы, чем малые?
3. Промышленные способы выделения и получения цикланов.
4. В чем отличие химических свойств малых и обычных циклов?

### Рекомендуемая литература

7. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
8. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.

## Лекция 2. Ароматические соединения (часть 1)

**Цель лекции.** Классификация, номенклатура, способы получения и химические свойства циклических соединений алифатического ряда.

**Ключевые слова:** АРОМАТИЧНОСТЬ, ХЮКЕЛЬ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ТИПЫ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, БЕНЗОИДНЫЕ И НЕБЕНЗОИДНЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Основные вопросы (положения).** Ароматические углеводороды. Ароматичность. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Современные представления об ароматичности. Бензоидные и небензоидные карбоциклические ароматические системы. Классификация бензоидных ароматических углеводородов. Строение бензола.

### Основные схемы, формулы



*Ароматическое соединение, как моноциклическое соединение, имеющее плоское строение и число  $p$ -электронов равно  $4n+2$ .*

К бензоидным ароматическим соединениям относятся производные бензола, нафталина, антрацена и другие, содержащие бензольное кольцо. К небензоидным ароматическим соединениям относятся соли циклопропенилкатиона, соли циклопентадениланиона, соли тропилия, аннулены, пиридин, фуран, пиррол, тиофен и другие.

### Вопросы для самоконтроля.

1. Написать структурную формулу аннулена -10.
2. Какое число  $p$ -электронов в соли тропиллия?
3. Какое число  $p$ -электронов в циклопропенилкатионе?
4. Какое число  $p$ -электронов в нафталине?
5. Какие критерии ароматичности существуют?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.



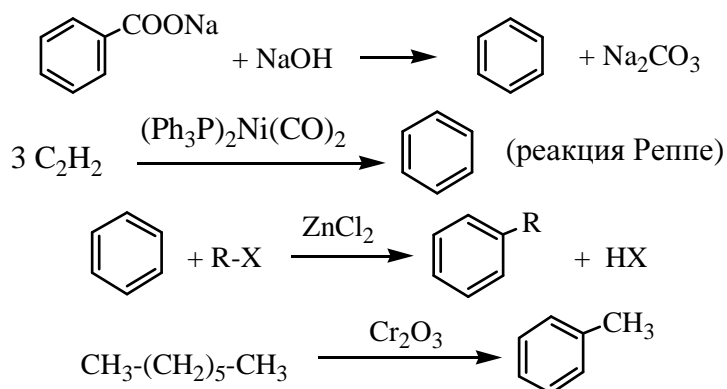
### Лекция 3 . Ароматические соединения (часть2)

**Цель лекции.** Химические свойства бензола. Реакция электрофильного замещения. Механизм реакции.

**Ключевые слова:** ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, РЕАКЦИИ С СОХРАНЕНИЕМ АРОМАТИЧНОСТИ, СВОЙСТВА, РЕАКЦИИ БЕЗ СОХРАНЕНИЯ АРОМАТИЧНОСТИ, МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ.

**Основные вопросы (положения).** Химические свойства производных бензола. Реакции без сохранения ароматичности: гидрирование, галогенирование, озонлиз, окисление, изомеризация. Реакции с сохранением ароматичности. Реакции электрофильного присоединения. Общий механизм реакции.  $\pi$ - и  $\sigma$ -Комплексы. Влияние природы заместителя на место вхождения электрофила. Реакции радикального замещения в жирноароматических углеводородах. Реакции галогенирования, нитрования, дегидрирования и окисления.

#### Основные схемы, формулы



#### Вопросы для самоконтроля.

1. Какой электрофильный интермедиат атакует бензольное кольцо в реакции нитрования?
2. Что представляет собой нитрующая смесь?
3. Какой катализатор применяют в реакции алкилирования бензола?
4. Что такое ориентант 1 рода? Приведите примеры
5. Что такое ориентант 2 рода? Приведите примеры

#### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия.М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

## МОДУЛЬ 2. Гетероциклические соединения

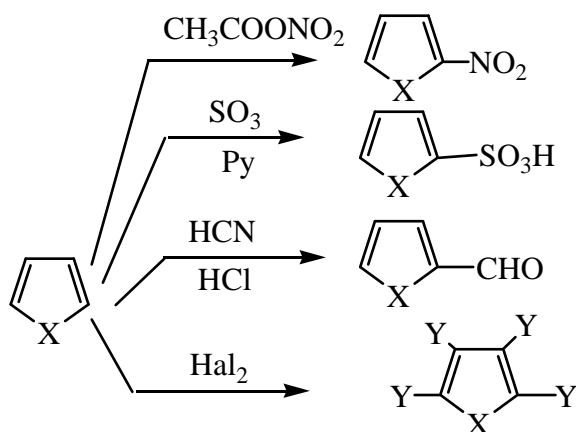
### Лекция 4. Пятичленные гетероциклические соединения

**Цель лекции.** Классификация и номенклатура гетероциклов. Химические свойства пятичленных гетероциклов. Реакция электрофильного замещения. Механизм реакции.

**Ключевые слова:** ПИРРОЛ, ФУРАН, ТИОФЕН, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЯТИЧЛЕННЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ, РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ, РЕАКЦИИ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ.

**Основные вопросы (положения).** Классификация и номенклатура гетероциклов. Роль гетероциклов в природе и производстве. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматичность и непредельность тиофена, фурана и пиррола. Химические свойства тиофена, фурана и пиррола. Основные и кислотные свойства. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов. Реакции гидрирования и окисления. Фуран и ацетилпиррол в диеновом синтезе. Реакции электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование; объяснение их ориентации. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой.

**Основные схемы, формулы**



**Вопросы для самоконтроля.**

1. Что такое реакция Юрьева?
2. Как в промышленности получают фуран?
3. Какой пятичленный гетероцикл наиболее близок по химическим свойствам к бензолу?

**Рекомендуемая литература**

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

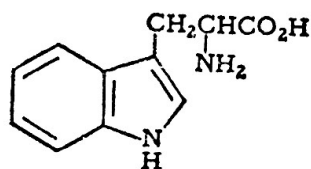
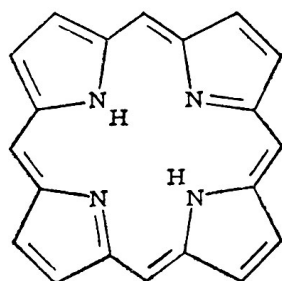
## Лекция 5. Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола.

**Цель лекции.** Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола. Способы получения. Химические свойства. Кубовое крашение.

**Ключевые слова:** ИНДОЛ, ИНДИГО, ФИШЕР, ЧИЧИБАБИН, КРАСИТЕЛИ, КУБОВОЕ КРАШЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола. Индол. Способы его получения. Реакции Фишера и Чичибабина. Химические свойства индола: восстановление, протонная подвижность NH-группы. Индоллилмагнийбромид и индолилнатрий, их реакции. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола). Роль соединений индола в природе. Оксопроизводные индола, лактим-лактаминная таутомерия. Индиго, его синтез. Кубовое крашение.

**Основные схемы, формулы**



триптофан

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Какие существуют способы получения индола?
2. Как в промышленности получают индол?
3. что такое кубовое крашение?

**Рекомендуемая литература**

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

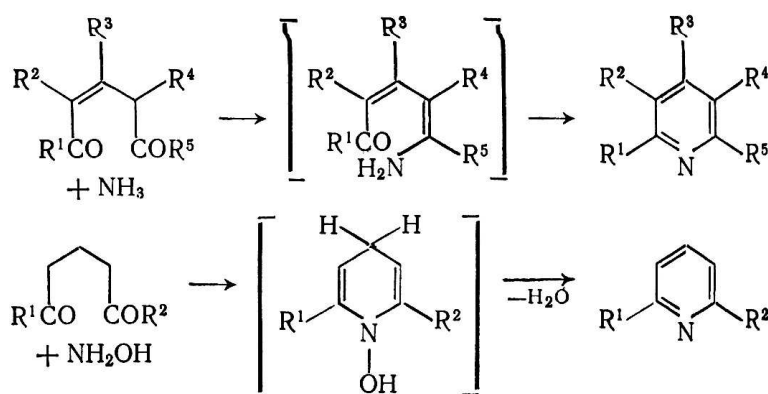
## Лекция 6. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства шестичленных гетероцилов

**Ключевые слова:** ПИРАН, ПИРИДИН, ТЕТРАГИДРОПИРАН, ТЕТРАГИДРОТИОПИРАН, ПИПЕРИДИН, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРИДИНА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура. Пиран. Аномерный эффект. Пиранозные формы моносахаридов. Гликозиды. Основные свойства  $\gamma$ -пиронов, образование пириллиевых солей. Общее представление о важнейших природных веществах на основе хромона и их биологическом действии. Понятие о красящих веществах растений. Тетрагидропиран и пиперидин. Способы получения. Химические свойства. Обезболивающие вещества на основе пиперидина. Ароматические гетероциклы. Пиридин. Синтез простейших производных пиридина. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, основные свойства атома азота. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, бромом. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению.

**Основные схемы, формулы**



**Вопросы для самоконтроля.**

1. Какие существуют способы получения пиридина?
2. Как в промышленности получают пиридина?

**Рекомендуемая литература**

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

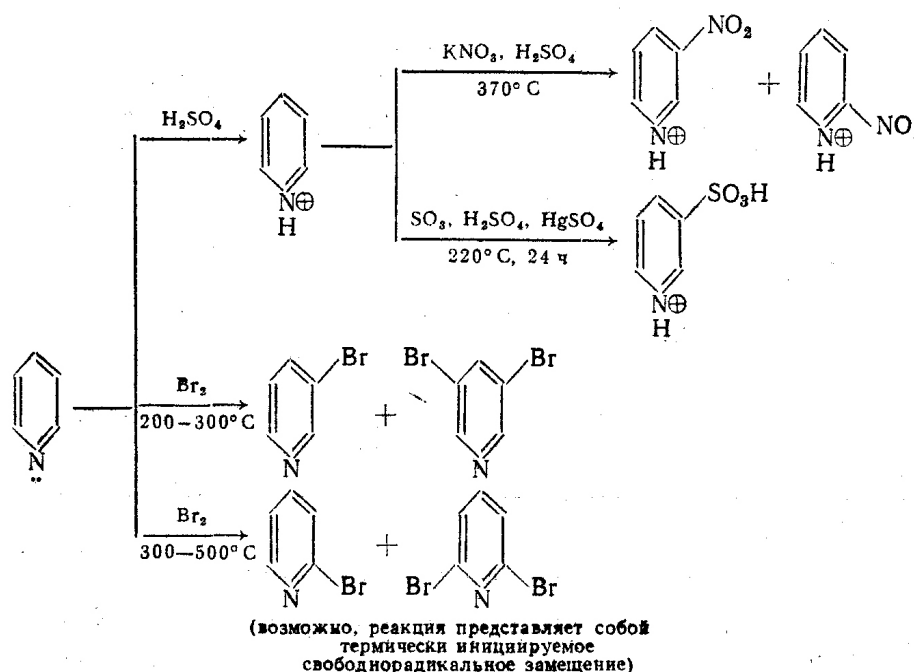
## Лекция 7. Химические свойства пиридина.

**Цель лекции.** Химические свойства шестичленных пиридина.

**Ключевые слова:** ПИРИДИН, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИРИДИНА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование). Образование N-окиси пиридина и ее использование в синтезах. Реакции с амидом натрия (Чичибабин), с едким кали, фениллитием; нуклеофильный механизм этих реакций. Протонная подвижность водорода в метильных группах  $\alpha$  и  $\gamma$ -пиколинов. их алкилирование.  $\alpha$ -Пиколины как метиленовые компоненты при конденсации с альдегидами. Таутомерия  $\alpha$  и  $\gamma$ -окси- и аминопиридинов. Хинолин. Синтезы по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Свойства атома азота, отношение к окислению и восстановлению. Реакции конденсации а-метилхинолина. 8-Оксихинолин, синтез и использование в аналитической практике.

**Основные схемы, формулы**



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при нитровании  $\alpha$ -пиколина?
2. Что образуется при ацилировании 8-оксихинолина?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

## МОДУЛЬ 3. Функциональные производные циклических соединений

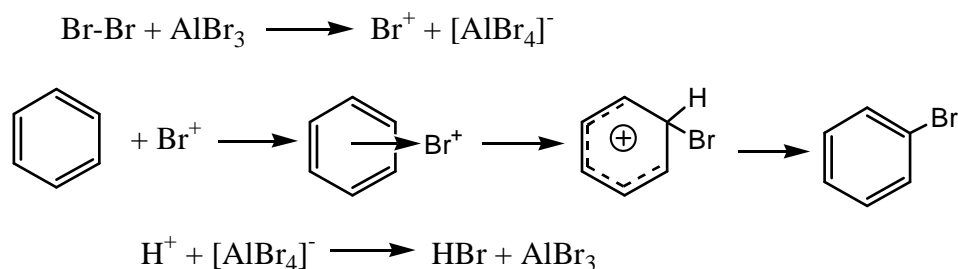
### Лекция 8. Галоидарены.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства галоидаренов

**Ключевые слова:** ГАЛОИДАРЕНАМИ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛОРБЕНЗОЛА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Галоидарены. Классификация галогенпроизводных, изомерия, способы получения галогенпроизводных ароматического рядов. Промышленный способ получения хлорбензола. Подвижность атома галогена в галоидаренах. Реакции замещения галогена в галоидаренах. Взаимодействие арилгалогенидов с металлами. Реакция Фиттига. Влияние атома галогена в галоидаренах на скорость электрофильного замещения. Порядок вступления заместителей в кольцо аренгалогенидов.

#### Основные схемы, формулы



#### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при хлорировании толуола на свету?
2. Что образуется при хлорировании толуола в присутствии хлорного железа?
3. Что образуется при сульфировании хлорбензола?
4. Что образуется при взаимодействии бромбензола с магнием?

#### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

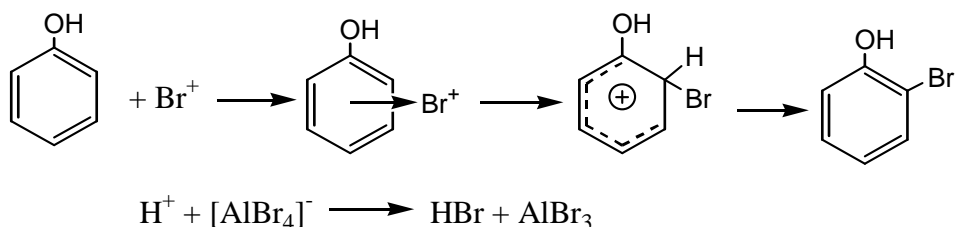
## Лекция 9. Циклические спирты.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства циклических спиртов

**Ключевые слова:** ФЕНОЛ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕНОЛА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ, ЦИКЛОГЕКСАНОЛ, 4-ОКСИПИРИДИН, 4-ОКСИПИПЕРИДИН

**Основные вопросы (положения).** Циклические спирты. Влияние фенола на природные системы организмов. Взаимное влияние гидроксила и ароматического ядра. Влияние заместителей на кислотность фенола. Реакции электрофильного замещения в феноле (нитрование, сульфирование, галогенирование). Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета: реакции Кольбе, Реймера-Тимана, Вильсмейера, Фриса, Гаттермана-Геша. Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Переработка фенола. Получение циклогексанола. Промышленное использование циклогексанола. Оксипиридины. Способы получения и химические свойства оксипиридинов. 4-оксипиридины. Стереохимия 4-оксипиридинов. Синтез обезболивающих веществ на основе 4-оксипиридинов.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при ацилировании фенола?
2. Что образуется при хлорировании фенола?
3. Что образуется при сульфировании фенола?
4. Какие промышленные способы получения фенола?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

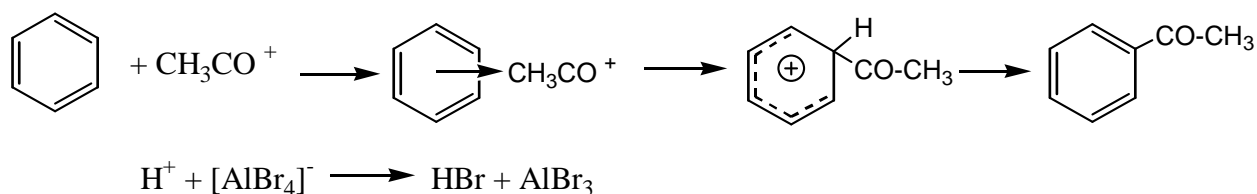
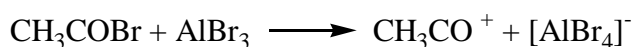
## Лекция 10. Циклические карбонильные соединения.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства циклических карбонильных соединений

**Ключевые слова:** БЕНЗАЛЬДЕГИД, АЦЕТОФЕНОН, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЦЕТОФЕНОНА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Циклические кетоны. Химические свойства циклогексанона. Ароматические кетоны и альдегиды. Химические свойства оксосоединений ароматического ряда. Специфические свойства ароматических альдегидов: аутоокисление и хлорирование, конденсация с фенолами, анилином. Реакция Канницарро (прямая и перекрестная). Химические особенности жирно-ароматических кетонов (поведение в условиях альдольно-кратоновой конденсации), реакция Манниха, галогенирование в боковую цепь, восстановление. Оксимы жирно-ароматических кетонов. Бензофенон, его химические особенности: расщепление щелочью, фотовозбуждение. Реакции электрофильного замещения в ядре ароматических альдегидов и кетонов.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при нитровании бензальдегида?
2. Что образуется при хлорировании ацетофенона на свету?
3. Что образуется при хлорировании ацетофенона в присутствии катализатора?
4. Какие промышленные способы получения бензальдегида?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.



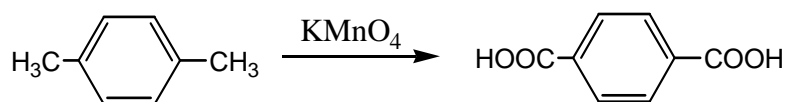
## Лекция 11. Циклические кислоты.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства циклических кислот

**Ключевые слова:** БЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА, ФТАЛЕВАЯ КИСЛОТА, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗ-ОЙНОЙ КИСЛОТЫ, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Циклические кислоты и их производные. Номенклатура, изомерия, основные промышленные и лабораторные методы синтеза одноосновных и двухосновных карбоновых кислот алициклического, гетероциклического и ароматического рядов. Функциональные производные: соли, хлорангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы, азиды и др. Влияние заместителей на константу диссоциации кислот. Общие представления о корреляционных уравнениях. Синтез и свойства различных функциональных производных. Соли: пиролиз и электролиз, реакции с алкил и ацилгалогенидами. Сложные эфиры. Механизм реакции этерификации. Гидролиз, аммонолиз и переэтерификация сложных эфиров. Нитрилы и амиды: их взаимные превращения. Алкоголиз и аммонолиз нитрилов. Перегруппировка амидов (Гофман) и азидов кислот (Курциус). Понятие о секстетных нуклеофильных перегруппировках.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при нитровании бензойной кислоты?
2. Что образуется при хлорировании бензойной кислоты в присутствии катализатора?
3. Какие промышленные способы получения бензойной кислоты?
4. Что образуется при окислении о-ксилола?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

## Лекция 12. Циклические нитросоединения.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства циклических нитросоединений

**Ключевые слова:** НИТРОБЕНЗОЛ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРОБЕНЗОЛА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Нитросоединения. Номенклатура и изомерия нитропроизводных. Механизмы реакций. Схема получения важнейших продуктов нитрования. Технологическая схема нитрования бензола. Реакции нуклеофильного замещения водорода в нитробензоле и галогена в галоиднитробензолах. Комплексы Мейзенгеймера. Восстановление ароматических нитросоединений. Ход реакции в кислой и щелочной средах. Свойства промежуточных продуктов восстановления, их перегруппировки.

### Основные схемы, формулы

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Что образуется при нитровании толуола?
2. Что образуется при хлорировании нитробензола в присутствии катализатора?
3. Какие промышленные способы получения нитробензола?

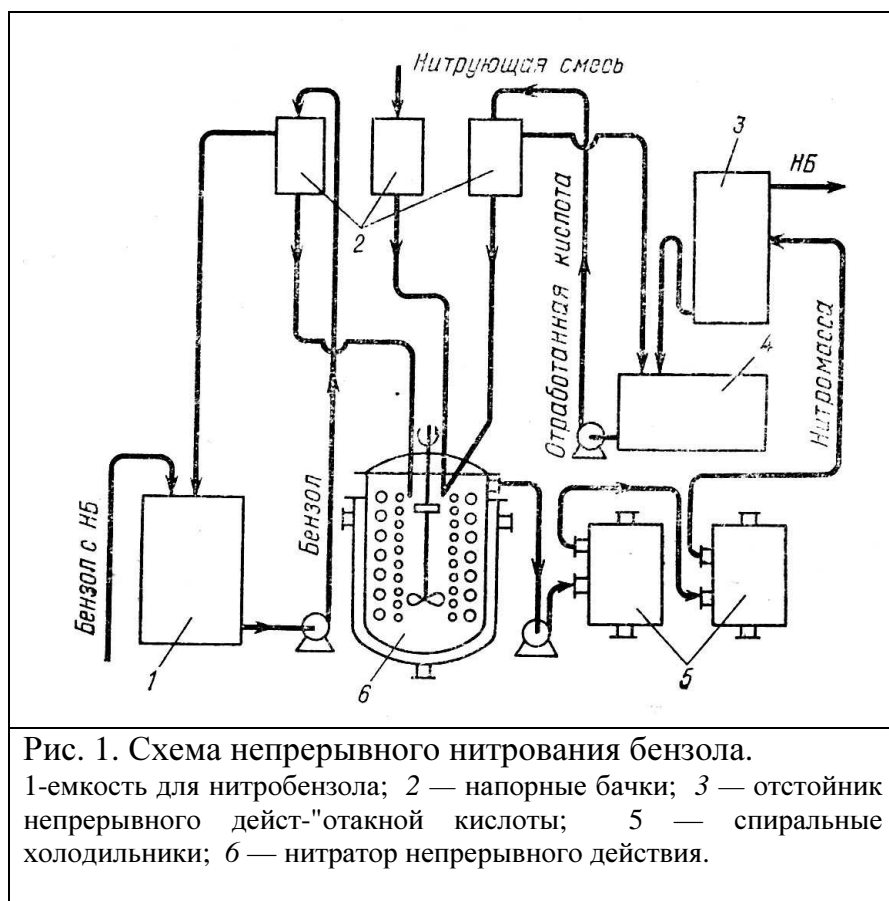


Рис. 1. Схема непрерывного нитрования бензола.  
1-емкость для нитробензола; 2 — напорные бачки; 3 — отстойник непрерывного действия отработанной кислоты; 4 — спиральные холодильники; 5 — нитратор непрерывного действия; 6 — нитратор непрерывного действия.

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

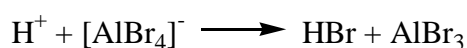
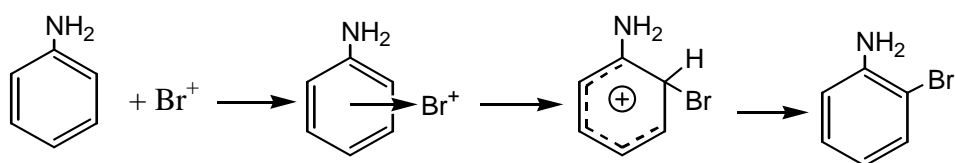
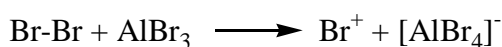
## Лекция 13. Циклические аминосоединений.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства циклических аминосоединений

**Ключевые слова:** АНИЛИН, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АНИЛИНА, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Основные и нуклеофильные свойства ароматических аминов. Зависимость основности аминов от их строения (числа и природы заместителей при атоме азота). Реакции с участием аминогруппы. Алкилирование и ацилирование анилина. Окисление аминов. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой, арилсульфохлоридами. Нитрозирование моно- и диалкиланилинов. Свойства нитрозопроизводных. Образование изонитрилов и их свойства. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра: реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование, нитрование) в анилине. Защита аминогруппы. Промышленные схемы использования анилина в производствах основного органического синтеза.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при ацилировании анилина?
2. Что образуется при хлорировании анилина?
3. Что образуется при сульфировании анилина?
4. Какие промышленные способы получения анилина?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

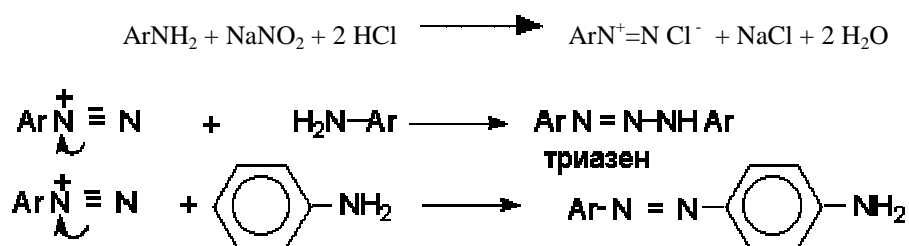
## Лекция 14. Ароматические диазосоединения.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства ароматических диазосоединений

**Ключевые слова:** ХЛОРИД ФЕНИЛДИАЗОНИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛОРИДА ФЕНИЛДИАЗОНИЯ, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Диазосоединения. Синтез диазосоединений ароматического ряда. Механизм реакции диазотирования. Таутомерия диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на водород, гидроксил, галогены, циан- и нитрогруппы. Синтез металлоорганических соединений (реакция Несмеянова). Реакции радикального арилирования ароматических ядер и непредельных соединений. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление, образование триазенов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Диазо- и азосоставляющие, условия азосочетания. Азокрасители.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при взаимодействии анилина с азотистой кислотой?
2. Что образуется при хлорировании хлорида фенилдиазония?
3. Приведите реакции с выделением азота ?
4. Приведите реакции без выделения азота?

### Рекомендуемая литература

- 1 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 2 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 3 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

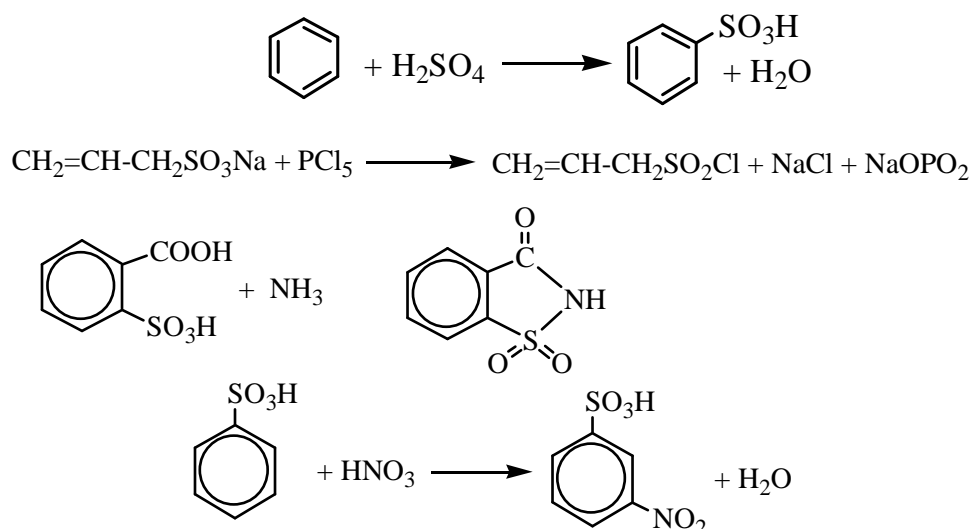
## Лекция 15. Серосодержащие циклические соединения.

**Цель лекции.** Способы получения и химические свойства ароматических сульфокислот

**Ключевые слова:** БЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТА, ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОЛСУЛЬФОКИСЛОТЫ, ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

**Основные вопросы (положения).** Серосодержащие циклические соединения. Сульфокислоты ароматического и гетероциклического рядов, их строение, получение. Сульфирование бензола и его гомологов, нафталина (кинетический и термодинамический контроль), тиофена, пиррола, фурана и пиридина. Электрофильное и нуклеофильное замещение сульфогруппы, ее элиминирование. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: хлорангидридов, амидов, сложных эфиров.

### Основные схемы, формулы



### Вопросы для самоконтроля.

1. Что образуется при взаимодействии толуола с серной кислотой?
2. Что образуется при хлорировании хлорида бензолсульфокислоты?
3. Приведите схему получения сахарина ?
4. Что такое моющие средства? Приведите примеры

### Рекомендуемая литература

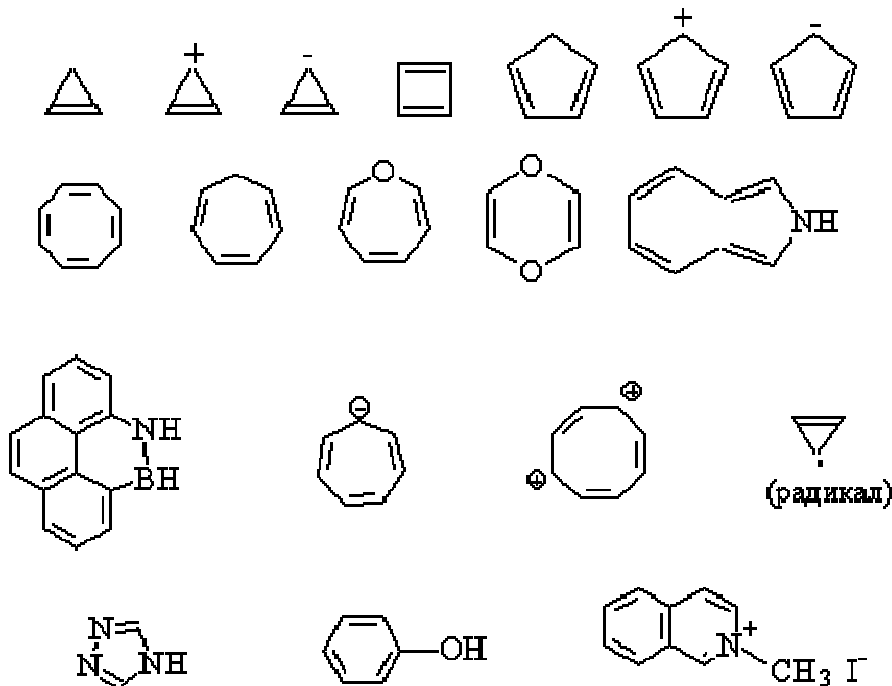
- 4 Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
- 5 Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
- 6 Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.

**Задания СРСП №1**  
**для студентов по специальности 050721 – ХТОВ, 2010-2011 учебный год**  
**тема «Циклоалканы»**

1. Напишите структурные формулы соединений: а) 1,1-диметилциклопропана; б) *цис*-1,2-диметилциклопропана; в) *транс*-1,2- диметилциклопропана; г) метилциклобутана. Отметьте структурные и геометрические изомеры. Какое соединение должно обладать оптической активностью? Приведите для него формулы энантиомеров. Укажите *мезо*-соединение.
2. Из дигалогеналканов получите: а) этилциклопропан; б) 1,2-диметилциклобутан; в) метилциклопентан. Для какого соединения можно ожидать большой выход? Почему?
3. Какие соединения образуются при реакции Дильса-Альдера из 1,3-бутадиена и следующих диенофилов: а) акрилонитрила; б) кротонового альдегида; в) ацетилендикарбоновой кислоты?
4. Сравните химические свойства пропана, циклопропана и пропилена. Отметьте сходство и различие. Охарактеризуйте отношение этих соединений к действию следующих реагентов: 1) Br<sub>2</sub>, свет; 2) Br<sub>2</sub>, (CCl<sub>4</sub>); 3) HBr; 4) KMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, 0°C; 5) H<sub>2</sub> (Ni); 6) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(конц.), 20°C; 7) O<sub>2</sub>, t; Где есть взаимодействие, приведите схемы реакций.
5. Из каких карбоновых кислот и какими способами можно получить: а) циклопентанон, б) циклогексанон? Предложите способы превращения этих кетонов в соответствующие углеводороды.

**Задания СРСП №2-3**  
**для студентов по специальности 050721 – ХТОВ, 2010-2011 учебный год**  
**Тема «Ароматические углеводороды»**

1. Какие из приведенных соединений относятся к ароматическим, неароматическим, антиароматическим:



2. Напишите структурные формулы соединений: а) этилбензола; б) 1,3-диметилбензола; в) 1,3,5-триметилбензола; г) изопропилбензола; д) 3-фенилпентана; е) винилбензола; ж)

фенилацетилена; з) *транс*-дифенилэтилена. Приведите тривиальные названия данных соединений.

3. Напишите реакции бензола со следующими реагентами: а)  $\text{Cl}_2, \text{Fe}$ ; б)  $3\text{Cl}_2, h\nu$ ; в)  $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ ; г)  $\text{O}_2(\text{воздух}), \text{V}_2\text{O}_5, 450^\circ\text{C}$ ; д)  $3\text{O}_3$ , затем  $\text{H}_2\text{O} (\text{Zn})$ ; е)  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{олеум})$ ; ж)  $3\text{H}_2, \text{Ni}, 200^\circ\text{C}$ , р. В чем состоит особенность реакций присоединения у бензола?

4. Предложите схемы синтеза этилбензола из указанных соединений: а) этилциклогексана; б) бензола; в) бромбензола; г) метилфенилкетона (ацетофенона). Объясните, почему этилбензол нельзя получить действием бромбензола на этан в присутствии хлорида алюминия?

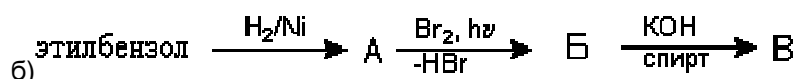
5. Исходя из бензола и любых других реагентов получите:

а) *n*-*трет*-бутилтолуол; б) этил-*n*-толилкетон; в) аллилбензол; г) *n*-бромбензойную кислоту.

6. Напишите реакции нитрования этилбензола в указанных условиях:

а)  $63\% \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})$ ; б)  $10\% \text{HNO}_3$ , нагревание, давление. Приведите механизмы.

7. Расшифруйте цепочки превращений:



8. Из бензола получите 4-хлор-3-нитро-бензолсульфо кислоту.

9. Сколько изомерных соединений образуется при пропускании пропина через трубку с активированным углём?

10. Напишите формулу основного органического продукта, образующегося при нитровании перечисленных ниже соединений. Укажите, будет ли это соединение нитроваться быстрее или медленнее бензола:

а) *мета*-нитрохлорбензол

б) *орто*-дибромбензол.

11. Расположите в ряд по убыванию легкости монобromирования в ядро следующие соединения: 1) бензол, 2) *m*-динитробензол, 3) толуол, 4) *m*-ксилол, 5) *n*-нитротолуол. Напишите формулы продуктов реакции.

12. Расположите в ряд по убыванию легкости монобromирования в ядро следующие соединения: 1) бензол, 2) бензойная кислота, 3) *трет*-бутилбензол, 4) этилбензол, 5) бромбензол. Напишите формулы продуктов реакции.

13. Исходя из бензола, получить *пара*-нитрохлорбензол и *мета*-нитрохлорбензол.

14. Исходя из бензола, получить *пара*-броморбензолсульфо кислоту и *мета*-бромбензолсульфо кислоту.

15. В какой последовательности увеличивается количество *пара*-изомера, образующегося в реакции электрофильного замещения для следующих соединений: толуол (метилбензол), этилбензол, *трет*-бутилбензол, *изо*-бутилбензол?

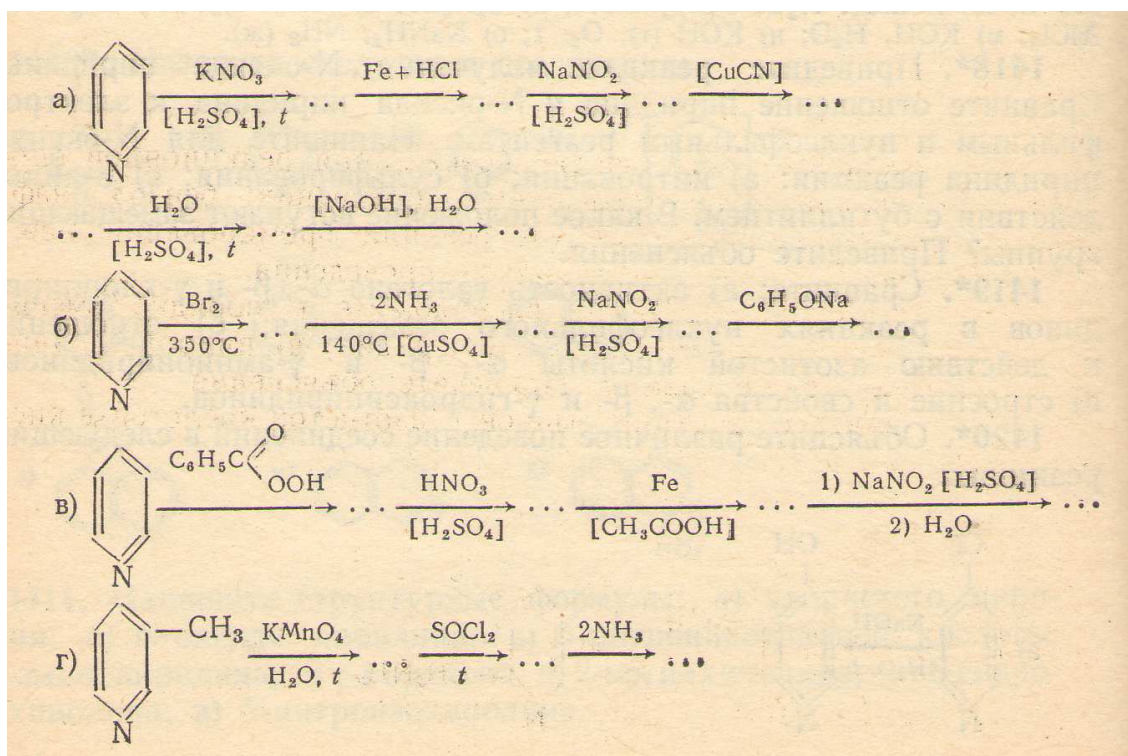
**Задания СРСР по теме «Пятичленные гетероциклы»,  
ХТОВ, 3 к, 2010-2011 уч.год**

1. Тиофен загрязняет каменноугольный бензол и не отделяется от последнего при перегонке. Напишите реакцию, применяемую для химической очистки бензола от тиофена.
2. Какие соединения образуются при нагревании ацетонилацетона:
  - а) с фосфорным ангидридом;
  - б) карбонатом аммония;
  - в) сульфидом фосфора (V)? Приведите реакции.
3. Напишите схему получения фурфурола из пентоз. В каких условиях проводят реакцию? Какими способами можно получить и фурфурола:
  - а) фуран-2-карбоновую кислоту;
  - б) фурфуриловый спирт;
  - в) фуран? Напишите реакции.
4. Приведите реакции частичного и полного гидрирования фурана, пиррола и тиофена. Назовите полученные соединения, охарактеризуйте их свойства. Сравните отношение к действию кислот фурана, пиррола и продуктов полного гидрирования этих соединений. Почему фуран и пиррол проявляют ацидофобность?
5. Приведите реакции пиррола со следующими реагентами:
  - а)  $\text{CH}_3\text{MgI}$ ;
  - б)  $\text{NaNH}_2$ ;
  - в)  $\text{NaNH}_2$ , затем  $\text{CH}_3\text{I}$ , затем  $t$ ;
  - г)  $\text{CH}_3\text{MgI}$ , затем  $\text{CO}_2$ ;
  - д)  $\text{CH}_3\text{MgI}$ , затем  $\text{CH}_3\text{COCl}$ , затем  $t$ . Назовите все полученные соединения.
6. Напишите реакции:
  - а) нитрования фурана;
  - б) сульфирования пиррола;
  - в) бромирования пиррола;
  - г) сульфирования фурана;
  - д) ацетилирования тиофена.Действием каких реагентов и в каких условиях можно провести эти реакции?
7. У какого соединения: фурана, пиррола или тиофена более сильно выражены свойства диена с сопряженными двойными связями? Напишите для него реакции присоединения брома и хлора и реакцию Дильса-Альдера с малеиновым ангидридом.
8. Какие производные индола образуются в условиях реакции Фишера из следующих соединений:
  - а) *para*-нитрофенилгидразона метилэтилкетона;
  - б) *para*-хлорфенилгидразона ацетона;
  - в) фенилгидразона циклогексанона;
  - г) *para*-метоксифенилгидразона пировиноградной кислоты.
9. Предложите схемы получения:
  - а) фуран  $\rightarrow$  5-нитро-2-ацетилфуран;
  - б) пиррол  $\rightarrow$  метиловый эфир пиррол-2-карбоновой кислоты;
  - в) тиофен  $\rightarrow$  5-нитро-2-тиофен-2-карбоновая кислота;
  - г) индол  $\rightarrow$  1-метилиндол-3-сульфо-кислота;
  - д) фурфурол  $\rightarrow$  фурилакриловая кислота.
10. Сравните отношение пиррола и индола к электрофильным реагентам. Объясните причину имеющих различий. Напишите реакции индола со следующими реагентами:
  - а) пиридинсульфотриоксидом;
  - б) уксусным ангидридом;
  - в)  $\text{POCl}_3 + \text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ , затем  $\text{NaOH}$  ( $\text{H}_2\text{O}$ );
  - г)  $\text{HCHO} + \text{NH}(\text{CH}_3)_2$ .



**Задания СРСП по теме «Шестиленные гетероциклы»,  
ХТОВ, 3 к, 2010-2011 уч.год**

- Объясните пониженную основность пиридина ( $K=2,0 \cdot 10^{-9}$ ) по сравнению с триметиламином ( $K=0,6 \cdot 10^{-4}$ ). Сравните взаимодействие пиридина и пиррола с сильными кислотами на холоде. Почему для пиридина не наблюдается осмоления, характерного в этих условиях для пиррола?
- Следующие соединения расположите в порядке уменьшения основности: а) пиридин; б) пиперидин; в) пиррол; г) анилин; д) аммиак; е) метиламин. Приведите объяснения.
- Напишите реакции пиридина со следующими соединениями: а) соляной кислотой; б) серной кислотой на холоду; в) йодистым метилом; г) триоксидом серы; д) пероксидом водорода. Назовите полученные соединения.
- Расположите в порядке возрастания реакционной способности в условиях электрофильного замещения: бензол, нафталин, тиофен, пиридин. Напишите реакции бромирования каждого соединения. Укажите условия их проведения.
- Приведите схемы получения из пиридина: а) 3-бромпиридина; б) 2-, 3- и 4-аминопиридинов; в) никотиновой кислоты ( $\beta$ -пиридинкарбоновой); г) 2-фенилпиридина?
- Из каких исходных соединений по способу Скраупа можно получить: а) 2-метилхинолин; б) 8-гидроксихинолин; в) 6-метокси-8-нитрохинолин? Приведите все стадии синтезов.
- Заполните схемы превращений, назовите полученные соединения:

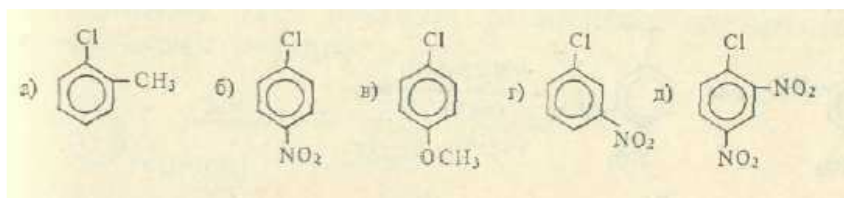


тема «Галоидарены»

1. Напишите реакции хлорбензола со следующими реагентами: а)  $H_2SO_4$ ; б)  $HNO_3$  ( $H_2SO_4$ ); в)  $Br_2$  ( $FeBr_3$ ); г)  $CH_3CH_2Br$  ( $AlBr_3$ ); д)  $CH_3COCl$  ( $AlCl_3$ ). Приведите механизм реакции (в) и охарактеризуйте влияние атома хлора на реакционную способность хлорбензола и направление замещения.

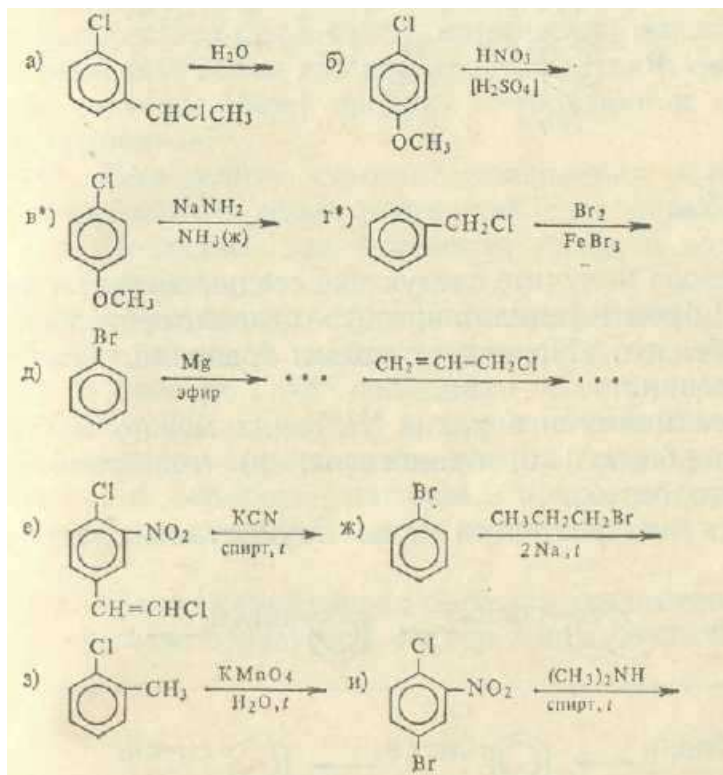
2. Напишите реакции хлористого бензила со следующими реагентами: а)  $H_2O$ ,  $t$ ; б)  $NaOH$  в  $H_2O$ ,  $t$ ; в)  $NH_3$  в спирте,  $t$ ; г)  $C_6H_5N(CH_3)_2$ ,  $t$ ; д)  $NaNO_2$  в ДМФА; е)  $KCN$  в спирте,  $t$ . Приведите механизмы реакций (а) и (б). Объясните высокую реакционную способность хлористого бензила в реакциях нуклеофильного замещения по сравнению с хлорбензолом.

3. Охарактеризуйте влияние электроноакцепторных групп в бензольном кольце на реакционную способность арилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения. Следующие соединения расположите в порядке возрастания активности атома хлора:

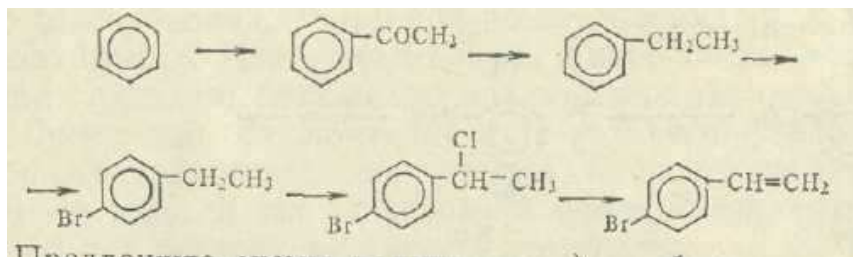


4. Расположите приведенные ниже соединения в порядке возрастания их способности реагировать с водой: а) бензилбромид; б) *n*-нитробензилбромид, в) *o*-метоксибензилбромид, г) *n*-диметиламинобензилбромид. Дайте объяснение.

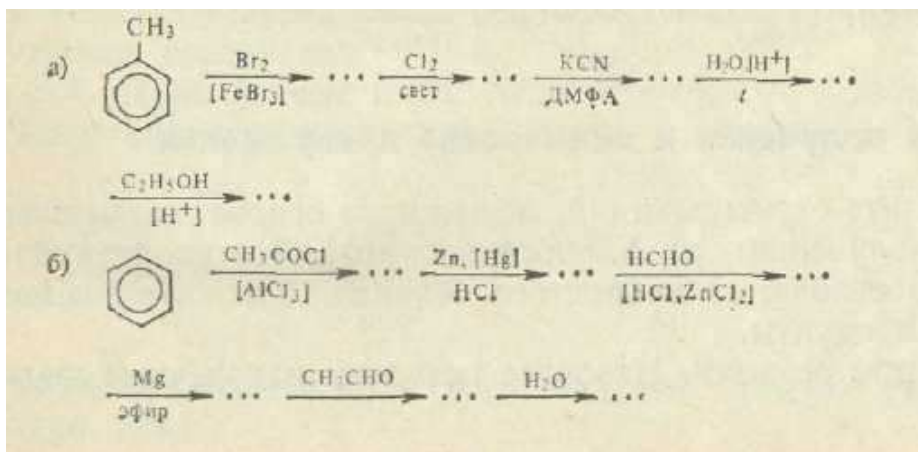
5. Напишите схемы реакций. Назовите исходные и конечные соединения.



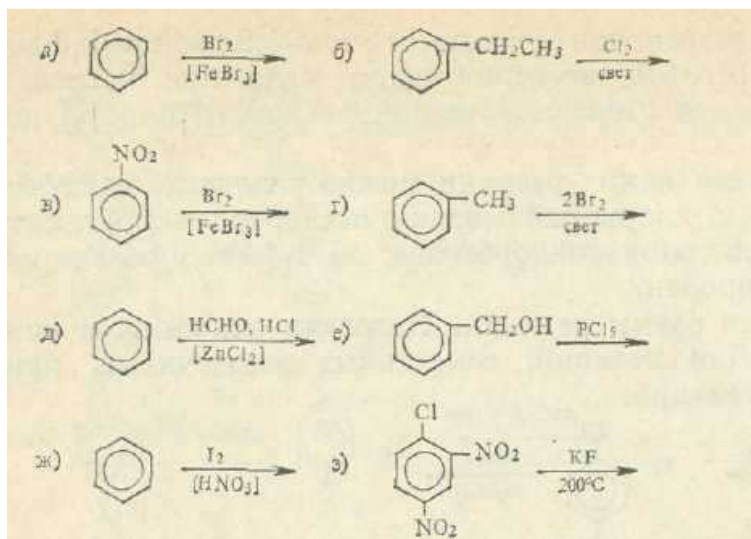
6. Действием каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



7. Заполните схемы превращений:

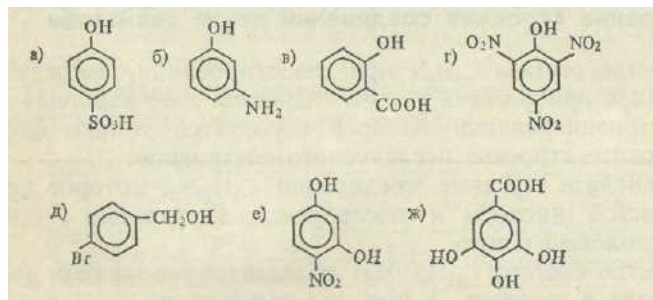


8. Напишите схемы реакций. Назовите исходные и конечные соединения.



**Задания СРСП для студентов по специальности 050721 – ХТОВ, 2010-2011 уч. год  
тема «Гидроксилсодержащие соединения»**

**1. Назовите соединения:**



2. Напишите структурные формулы соединений: а) *m*-хлорфенола; б) 2, 4-динитрофенола; в) 2, 4, 6-трибромфенола; г) 2, 4-фенолдисульфокислоты; д) *n*-гидроксибензилового спирта; е) хлор гидрохинона (2-хлор-1,4-дигидроксибензола).

3. Предскажите влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в бензольном кольце на кислотные свойства фенолов. Расположите следующие фенолы в порядке возрастания их кислотности: а) фенол; б) *m*-хлорфенол; в) *n*-нитрофенол; г) *m*-крезол; д) *n*-метоксифенол; е) 3,4-динитрофенол. Дайте объяснения.

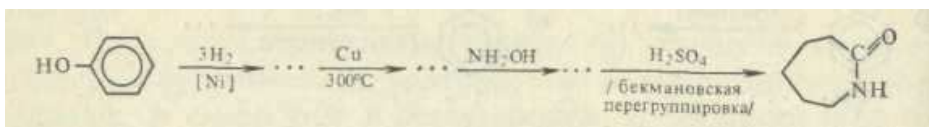
4. В каждой группе расположите соединения в порядке уменьшения кислотности: а) серная кислота, угольная кислота, фенол, вода; б) фенол, бензиловый спирт, бензойная кислота; в) фенол, *n*-нитрофенол, *m*-нитрофенол, 2,4-динитрофенол, 2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота). Дайте объяснения.

5. Какие из соединений: а) фенол; б) бензиловый спирт; в) *o*-крезол; г) β-фенилэтиловый спирт; д) анизол (метоксибензол); е) салициловая кислота будут давать цветную реакцию при действии водного раствора FeCl<sub>3</sub>?

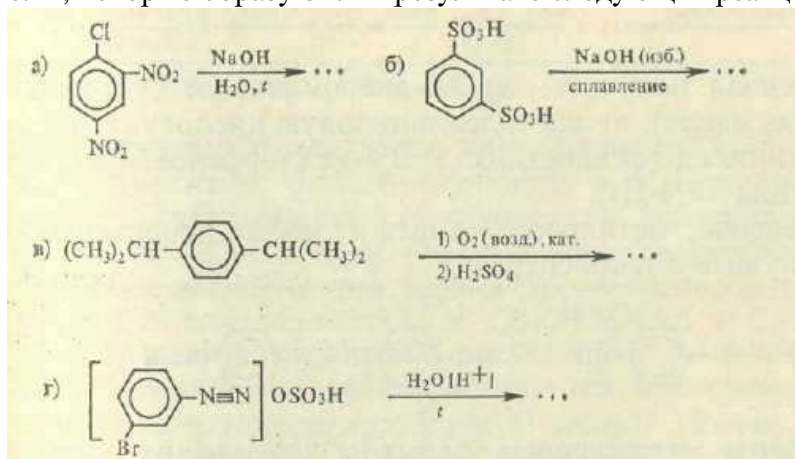
6. Напишите реакции фенола со следующими реагентами: а) H<sub>2</sub>, Ni при 200°C; б) CrO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O; в) HNO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH; г) NaNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (разб.); д) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 100°C; е) Br<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O; ж) NaOH, H<sub>2</sub>O; з) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa, затем CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Br; и) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCl, NaOH, H<sub>2</sub>O; к) (CH<sub>3</sub>O)<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>O. Назовите образующиеся соединения.

7. Напишите схемы синтеза из бензола соединений: а) *n*-фенолсульфонокислоты; б) *m*-бромфенола; в) 2, 4, 6-тринитрофенола (пикриновой кислоты); г) салициловой кислоты; д) *n*-аминофенола; е) *n*-оксиацетофенона.

8. Заполните схему технического метода получения капролактама:

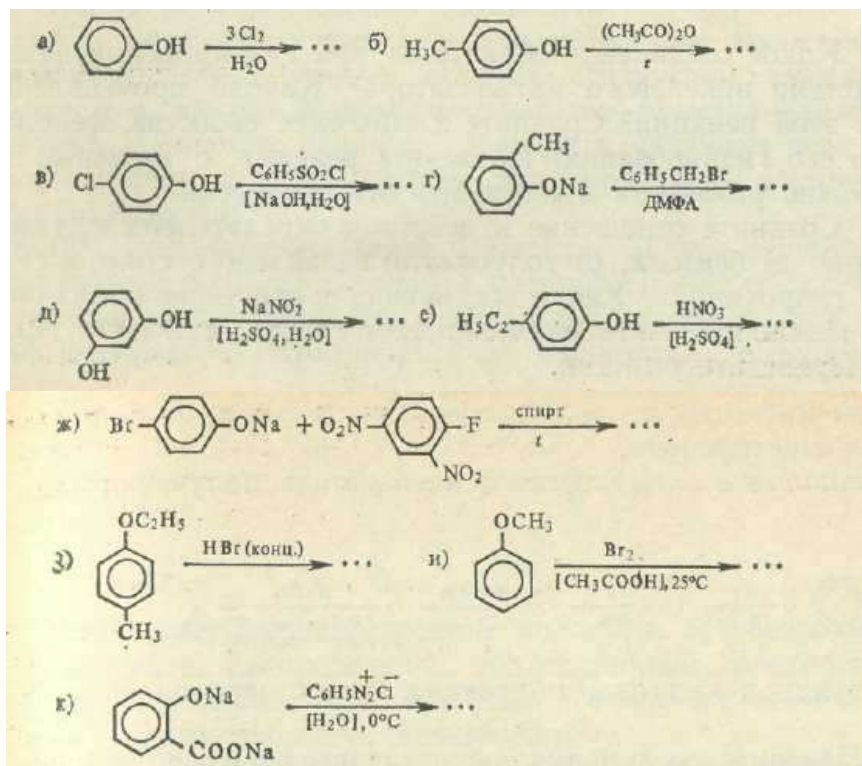


9. Назовите фенолы, которые образуются в результате следующих реакций:

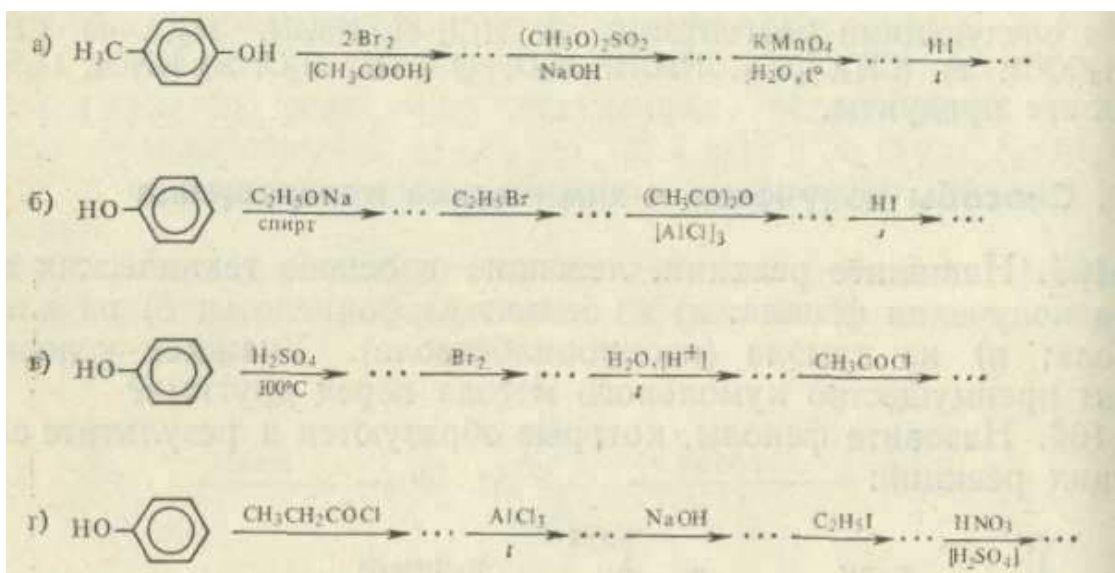




10. Напишите реакции, назовите продукты:



11. Назовите соединения, образующиеся в ходе следующих превращений:



Задания СРСП по теме «Циклические кетоны и альдегиды» ХТОВ, 3 к, 2010-2011 уч.год

1. Сравните отношение к нуклеофильным реагентам *n*-толуилового альдегида и ацетофенона. Приведите их реакции со следующими реагентами (если есть взаимодействие):

- а)  $\text{NaHSO}_3$ ; б)  $\text{CH}_3\text{MgBr}$ , затем  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{HCN}$  ( $\text{NaOH}$ ); г)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{H}^+$ );  
 д)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; е)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$ ;  
 ж)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ .

Назовите продукты.

2. Расположите указанные ниже соединения в ряд по уменьшению их способности вступать в реакции нуклеофильного присоединения: а) бензальдегид; б) муравьиный альдегид; в) пропионовый альдегид; г) ацетон; д) ацетофенон; е) бензофенон; ж) фенилбензилкетон. Дайте объяснения.

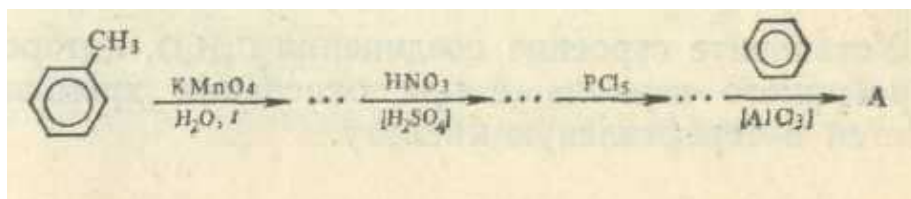
3. Какой процесс называют перекрестной реакцией Канниццаро? Назовите соединения, образующиеся при действии концентрированной щелочи на следующие смеси альдегидов: а) бензальдегид и формальдегид; б) *n*-толуиловый альдегид и формальдегид; в) *n*-метоксибензальдегид и формальдегид. Объясните, почему в указанных условиях всегда окисляется формальдегид, а восстанавливается ароматический альдегид.

4. Напишите реакции Перкина: а) *n*-толуилового альдегида с уксусным ангидридом; б) *n*-нитробензальдегида с пропионовым ангидридом. В каких условиях протекают эти реакции? Приведите их механизмы.

5. Получите соединения указанными методами: а) *n*-метоксибензальдегид реакцией Гаттермана-Коха; б) салициловый альдегид по способу Тиммана-Реймера; в) *n*-диметиламинобензальдегид реакцией Вильсмайера-Хаака; г) *n*-бромацетофенон реакцией Фриделя-Крафтса;

д) *n*-метилацетофенон реакцией Гриньяра; е) *n*-оксипропиофенон перегруппировкой Фриса.

6. Назовите соединение А, являющееся продуктом следующих реакций:



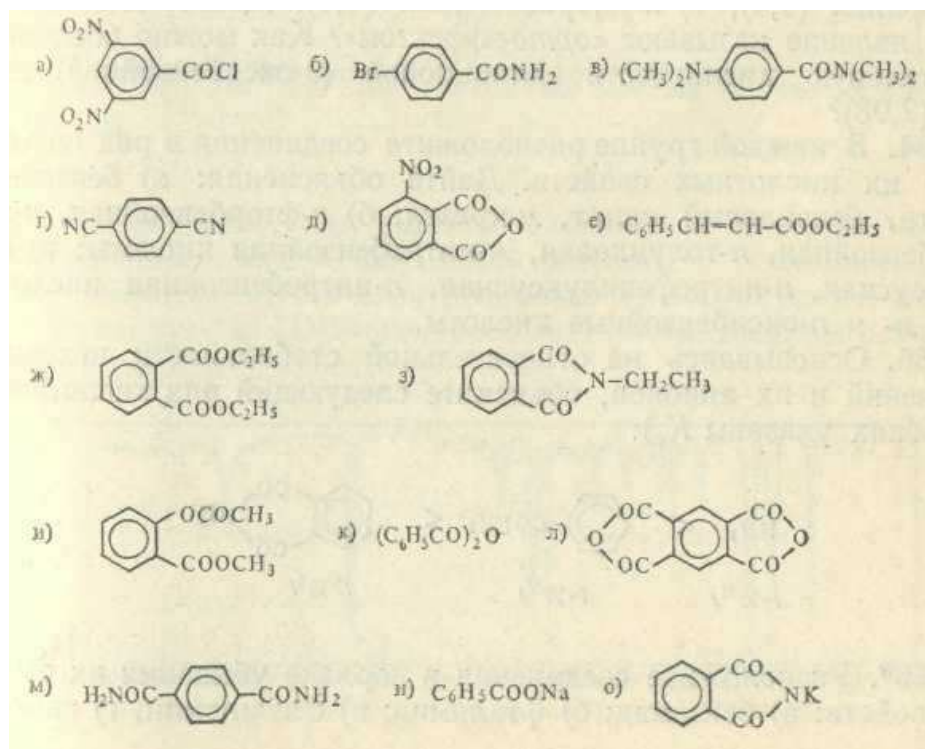
7. Осуществите следующие превращения:



### Задания СРСП по теме «Циклические карбоновые кислоты» ХТОВ, 3 к, 2009-2010 уч.год

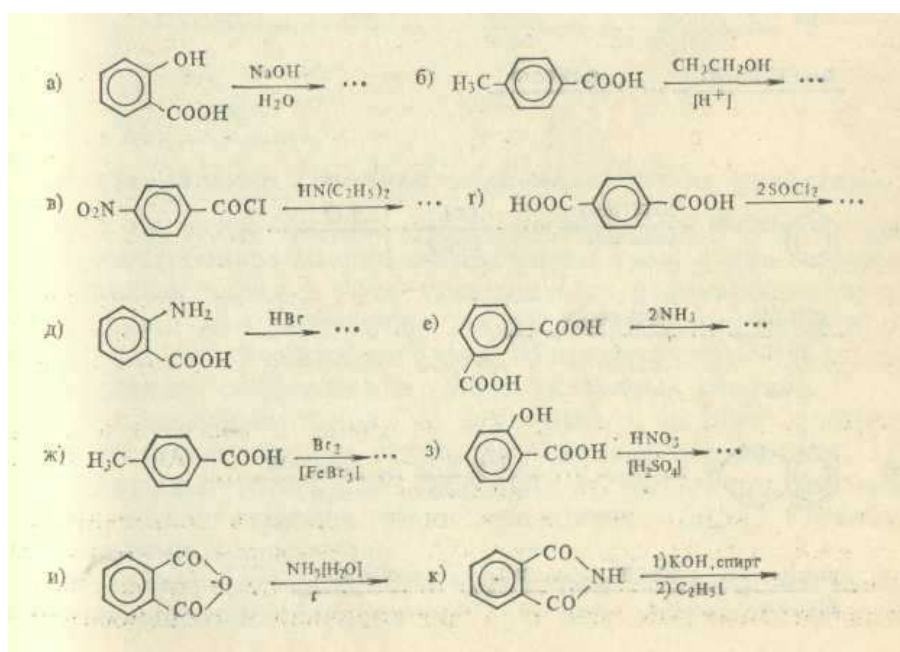
1. Напишите структурные формулы функциональных производных карбоновых кислот: а) нитрил фенилуксусной кислоты; ж) этиловый эфир *n*-нитробензойной кислоты; б) ангидрид *o*-хлорбензойной кислоты; з) бензоилхлорид; в) амид *n*-метоксибензойной кислоты; и) фениловый эфир салициловой кислоты; г) диамид изофталевой кислоты; к) имид фталевой кислоты (фталимид); д) ангидрид фталевой кислоты; л) монометилвый эфир терефталевой кислоты; е) фталимид калия.

2. Назовите соединения:



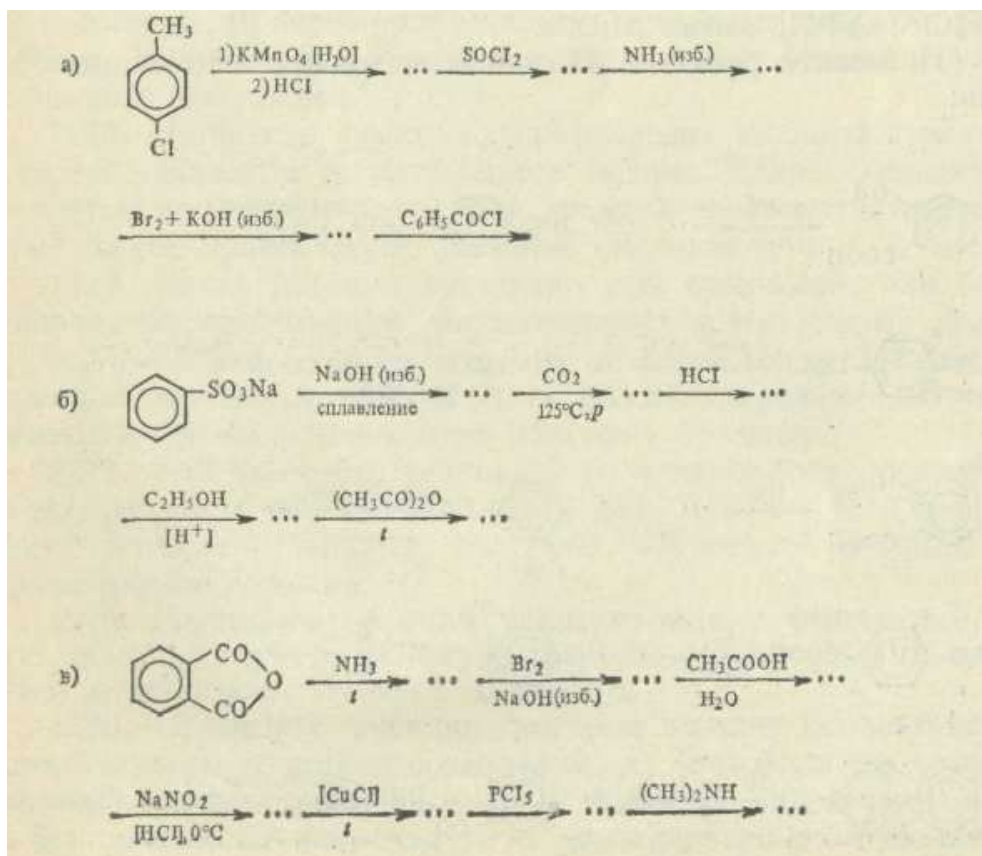
3. В каждой группе расположите соединения в ряд по убыванию их кислотных свойств. Дайте объяснения: а) бензойная кислота, бензиловый спирт, *m*-крезол; б) *n*-фторбензойная, *n*-метоксибензойная, *n*-толуиловая, *m*-нитробензойная кислоты; в) фенилуксусная, *n*-нитрофенилуксусная, *n*-нитробензойная кислоты; г) *o*-, *m*- и *p*-оксибензойные кислоты.

4. Напишите реакции. Назовите исходные и конечные соединения:



5. Напишите реакции получения бензойной кислоты из: а) толуола (двумя способами); б) бромбензола; в) бензилового спирта; г) бензальдегида; д) ацетофенона; е) бензонитрила; ж) бензотрихлорида. Какие реагенты используются в каждом случае?

6. Заполните схемы превращений, назовите все органические соединения:



7. Предложите схемы получения:

- из толуола всех изомерных нитробензойных кислот;
- из бензола всех изомерных хлорбензойных кислот.



## **СВЕДЕНИЯ ПО МЕТОДИЧЕСКОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная:**

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
2. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, ВШ, 1974.
3. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.
4. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Химия, 1990.
5. Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.
6. Гитис С.С. и др. Практикум по органической химии. Органический синтез, М., 1991

### **Дополнительная:**

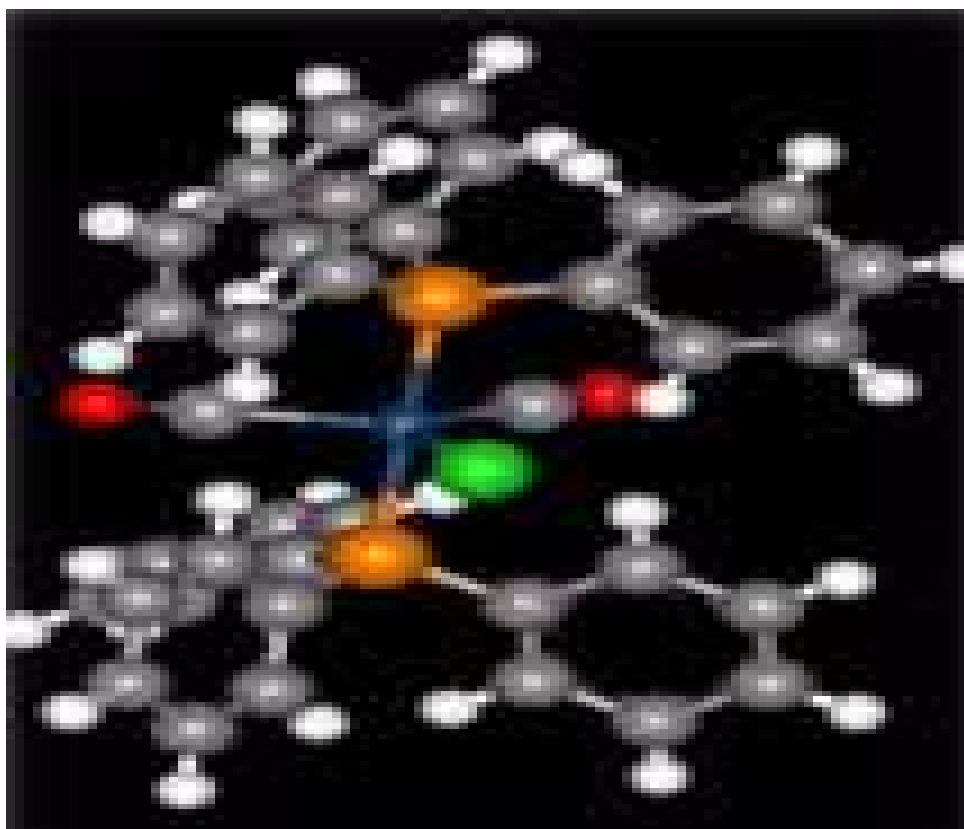
1. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: "Владос", 2 том, 2003.
2. Альбицкая В.М., Бальян Х.В. и др. Лабораторные работы по органической химии./ под ред. Гинзбурга М.: ВШ, 1982.
3. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С. Лабораторные работы в органическом практикуме. -М.: Химия, 1974.
4. Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. – М.: Дрофа, 2002.
5. Березин Б.Д. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, 2003.

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби  
Факультет химии и химической технологии*

*Кафедра химии и технологии органических веществ, природных  
соединений и полимеров*

*Калугин С.Н., Бурашева Г.Ш., Литвиненко Ю.А.*

Методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине  
«Органическая химия»



*Алматы, 2012*

*Методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине  
«Органическая химия» разработано на основании Типового учебного плана  
направлений подготовки специальности «050710 - Материаловедение и  
технология новых материалов»*

**Калугин С.Н., Бурашева Г.Ш., Литвиненко Ю.А.**  
**Методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине**  
**«Органическая химия».**  
**Свидетельство Серия 09915 №0030325**  
**Подписано в печать 25.01.2012 г. Тираж 21 экз.**  
**ИП Манько Н.А. г. Алматы, ул. Масанчи, 48 «А»**

В методическом пособии представлены методики простой перегонки, перекристаллизации, температуры плавления, возгонки; радиальной бумажной и тонкослойной хроматографии; методики получения и свойств насыщенных, ненасыщенных и ароматических углеводородов; приведены качественные реакции на основные группы органических соединений: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, углеводы.

Методическое пособие по лабораторным работам рекомендовано для студентов 2 курса специальности 050710 – Материаловедение и технология новых материалов физического факультета.

Рекомендовано методическим бюро факультета химии и химической технологии КахНУ имени аль-Фараби.

## СОДЕРЖАНИЕ

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Лабораторная работа №1  | 4  |
|     | <b>Правила безопасной работы в лаборатории органической химии.</b>          |    |
|     | <b>Лабораторная химическая посуда</b>                                       |    |
| 2.  | Лабораторная работа №2  | 15 |
|     | <b>Перекристаллизация органических веществ</b>                              |    |
| 3.  | Лабораторная работа №3  | 16 |
|     | <b>Определение температуры плавления органических веществ</b>               |    |
| 4.  | Лабораторная работа №4  | 18 |
|     | <b>Простая перегонка</b>  |    |
| 5.  | Лабораторная работа №5  | 20 |
|     | <b>Возгонка</b>   |    |
| 6.  | Лабораторная работа №6  | 21 |
|     | <b>Насыщенные, ненасыщенные, ароматические углеводороды</b>                 |    |
| 7.  | Лабораторная работа №7  | 24 |
|     | <b>Свойства гидроксилсодержащих соединений (R-OH- спирты, АРОН- фенолы)</b> |    |
| 8.  | Лабораторная работа №8  | 26 |
|     | <b>Свойства карбонилсодержащих соединений (альдегиды, кетоны)</b>           |    |
| 9.  | Лабораторная работа №9  | 28 |
|     | <b>Свойства карбоксильной группы (органические кислоты)</b>                 |    |
| 10. | Лабораторная работа №10   | 29 |
|     | <b>Углеводы</b>   |    |
| 11. | Лабораторная работа №11   | 30 |
|     | <b>Хроматографические методы анализа органических веществ</b>               |    |
|     | А) Тонкослойная хроматография   | 30 |
|     | Б) Радиальная бумажная хроматография  | 31 |

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**  
**ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ**  
**ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**I. Содержание рабочего места**

1. В лаборатории должна соблюдаться чистота, а на рабочих столах не должно быть ничего лишнего и ненужного в данный момент работы.
2. На столе недопустимо держать склянки с реактивами и растворителями, с концентрированными кислотами и щелочами.
3. На всех склянках с реактивами должны быть надписи.
4. Нельзя проводить опыты в грязной посуде. Посуду следует мыть сразу же после проведения опыта.

**II. Работа со стеклом**

1. При работе со стеклом и химической посудой во избежание ранений осколками стекла необходимо соблюдать правила предосторожности.
2. Тонкостенную посуду необходимо нагревать на асбестовой сетке, а не на открытом пламени горелки. Причем необходимо следить, чтобы пламя горелки не выбивалось из под сетки, так как в результате неравномерного нагревания сосуд может лопнуть.
3. Большие химические стаканы с жидкостями следует поднимать только двумя руками, поддерживая за дно одной рукой.
4. При разламывании нарезанных стеклянных трубок их нужно растягивать, а не сгибать, чтобы избежать пореза рук.
5. Вставляя стеклянную трубку в резиновую пробку, трубку нужно держать как можно ближе к вставляемому концу. Трубку нужно не проталкивать, а ввинчивать, смочив водой, вазелином или глицерином. Конец трубки необходимо предварительно оплавить.

**III. Правила работы с едкими и ядовитыми веществами**

1. Со всеми веществами в лаборатории необходимо обращаться как с более или менее ядовитыми, так как  $\frac{3}{4}$  применяемых веществ являются ядовитыми.
2. Недопустимо набирать едкие и ядовитые жидкости в пипетку ртом, так как при этом возможны хронические ожоги полости рта и отравления. Для этих целей используют резиновые груши.
3. Все работы, связанные с выделением паров или газов необходимо проводить **под тягой!**
4. Запрещается хранение концентрированных кислот в тонкостенной посуде.
5. Запрещается выливать в раковину сильнопахнущие, легколетучие органические вещества, а также растворы кислот и щелочей без предварительного разбавления или нейтрализации.

6. Запрещается в лаборатории пробовать вещества на вкус. Нюхать вещества осторожно, не вдыхая полной грудью, а направляя к себе лишь пары или газ движением руки.
7. Смешивание и разбавление органических веществ, сопровождающееся выделением теплоты, проводить в термостойкой посуде. **При разбавлении серной кислоты запрещается выливать воду в кислоту, так как при этом возможен выброс кислоты из сосуда.**
8. Не выпаривать на рабочих местах вещества, образующие вредные газы.
9. При взвешивании сыпучих веществ нельзя насыпать их на чашку весов.
10. При переносе сосудов с горячими жидкостями необходимо держать их двумя руками, придерживая одной рукой за дно, а другой - за горловину.
11. Нельзя наклоняться над сосудом с кипящей жидкостью.
12. При проливе кислот и щелочей необходимо их нейтрализовать, засыпать песком. Мокрый песок удалить, остатки смыть водой.
13. Остатки огнеопасных, едких, взрывоопасных веществ нельзя выбрасывать в раковину или мусорное ведро.

### **III. Особенности работы с некоторыми реактивами и растворителями**

#### **1. Работа с металлическим натрием**

При работе с металлическим натрием необходимо следить, чтобы на столе не оказалось даже самых незначительных количеств воды, чтобы вблизи не было брызгающих шлангов от холодильников, открытых водопроводных кранов. Резать натрий можно на сухой белой бумаге, надев очки и не прикасаясь к нему незащищенными руками. По окончании работы необходимо тщательно собрать все остатки не прореагировавшего натрия в банку с керосином и сдать лаборанту. Перед мытьем посуды, в которой производилась работа с натрием, тщательно проверить, не осталось ли в ней хоть самое незначительное количество металлического натрия.

Остатки не прореагировавшего металлического натрия уничтожают, растворяя их в спирте.

#### **2. Работа с бромом**

При работе с бромом следует помнить, что это **очень ядовитое** вещество, сильно действующее на слизистые оболочки и оставляющее очень сильные трудно заживающие ожоги. Все работы с бромом проводят в **вытяжном шкафу**.

В случае получения ожога бромом обожженное место обрабатывают спиртом.

#### **3. Работа с кислотами**

При переносе и переливании концентрированных кислот необходимо пользоваться резиновыми перчатками, фартуком и защитными очками. При

разбавлении концентрированной серной кислоты, при смешивании серной и азотной кислот, а также при смешивании любых кислот сопровождающееся выделением тепла, необходимо использовать только тонкостенную химическую посуду, из стекла или фарфора.

Категорически запрещается выливать в раковину отработанные едкие жидкости. Предварительно их надо нейтрализовать или же сливать в специальные бутылки. При попадании кислоты на кожу образуется ожог. Обожженное место нужно промыть под струей воды в течение 20-30 минут, затем обработать слабым раствором питьевой соды.

#### 4. Работа с фенолом и щелочами

Щелочи и фенол в сухом виде и в виде концентрированных растворов вызывают набухание кожи и ожог. Обожженное место длительно промывают теплой водой, затем пораженное место обрабатывают слабым раствором уксусной кислоты, при ожогах фенолом – промывают спиртом.

#### 5. Работа с органическими растворителями

При перегонке органических веществ, при отгонке растворителей и других работах, связанных с нагреванием при атмосферном давлении, не допускается работа в герметически закрытых сосудах. Внутренне пространство любого прибора, не предназначенного для работы под давлением, во избежание взрыва, всегда должно, иметь сообщение с атмосферой.

При работе с **легковоспламеняющимися жидкостями**, как, например, эфир, петролейный эфир, бензол и т.д., не должно быть по соседству огня и включенных плиток. Нагревать их на открытом огне и плитках **категорически запрещается**. Нагревание можно производить только на предварительно нагретой водяной бане, в колбе, снабженной водяным холодильником.

**Пары эфира** тяжелее воздуха и стелются по столу, что может привести к пожару и взрыву при наличии открытого огня.

**Пары спиртов** (метиловый, этиловый, пропиловый) образуют с воздухом взрывоопасные смеси, поэтому их нельзя отгонять досуха. Пары метанола ядовиты, особенно при вдыхании, попадании в раны и при приеме вовнутрь.

**Бензол, толуол** огне- и взрывоопасны, ядовиты в парах, при вдыхании и при попадании на кожу.

**Хлороформ и эфир** действуют наркотически.

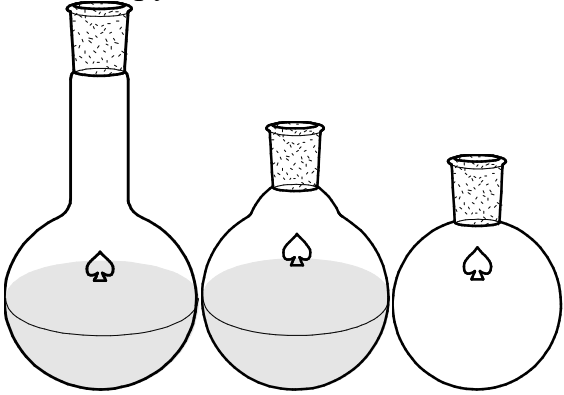
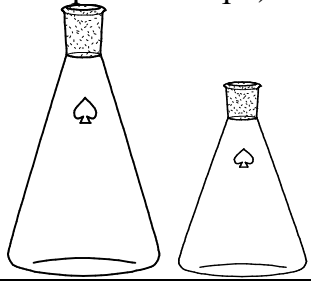
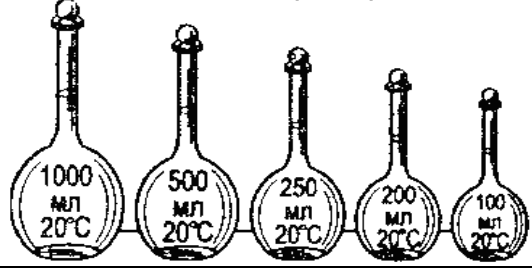
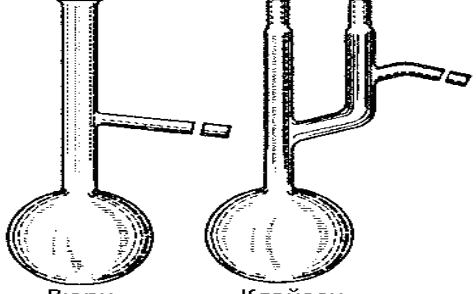
**Четыреххлористый углерод** вызывает головные боли, потерю сознания, судороги. Не воспламеняется.

**Ацетон, формалин, анилин** ядовиты при попадании вовнутрь. При вдыхании паров вызывают головокружение, тошноту, рвоту.


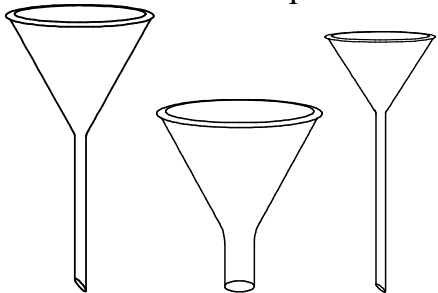
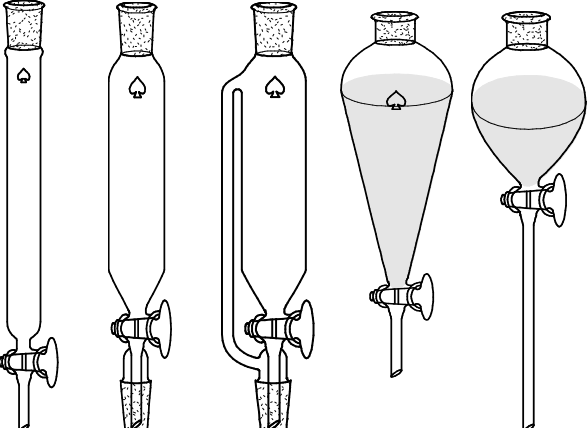
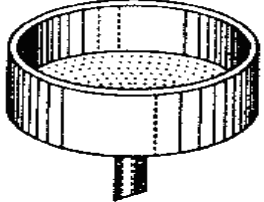
При работе с органическими растворителями следует соблюдать меры предосторожности и пользоваться индивидуальными средствами защиты.

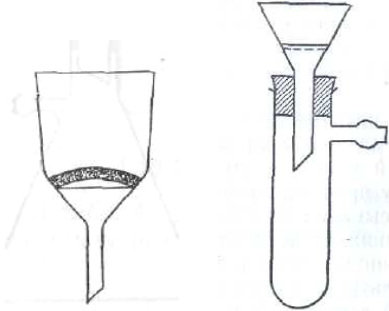

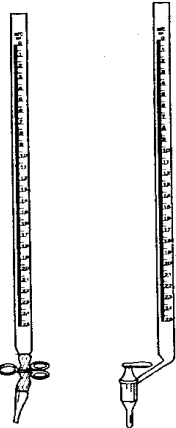
# ЛАБОРАТОРНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА

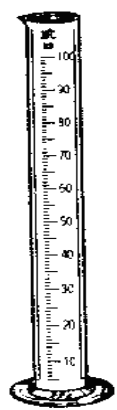
## Колбы

| Рисунок  | Описание   |
|--|--|
| <p>круглодонные колбы</p>   | <p>Круглодонные колбы для проведения органического синтеза.</p>  |
| <p>конические колбы (колбы Эрленмейера)</p>    | <p>Конические колбы для хранения сухих веществ, используются в качестве приемников при перегонке, при проведении перекристаллизации.</p> |
| <p>мерные колбы<br/>Өлшеуіштер</p>    | <p>Используются для приготовления растворов определенных объемов и концентраций.</p>   |
| <p>колбы Вюрца и Кляйзена</p>  <p style="text-align: center;">Вюрц колбасы      Кляйзен колбасы</p> | <p>Используются для перегонки органических веществ, как при атмосферном давлении, так и под вакуумом.</p>                                |
| <p>колба Бунзена</p>   | <p>Используется для фильтрования под вакуумом</p>  |

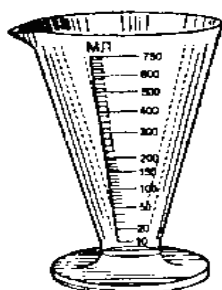


|   |   |
|---|---|
| <p>Мына жерге Бюхнер қўйғысын бекітеді</p> <p>Мына түтікшеге вакуумды насосы жалғайды</p>  <p>Бунзен колбасы</p> |   |
| <b>Воронки</b>  |   |
| <p>стеклянные воронки</p>   | <p>Используются для фильтрования, а также в колоночной хроматографии для заполнения колонок различными сорбентами.</p>  |
| <p>капельные и делительные воронки</p>   | <p>Используются для приливания смесей в различных органических синтезах, для разделения несмешивающихся жидкостей, а также экстракции органических веществ.</p> |
| <p>воронка Бюхнера<br/>Бюхнер қўйғысы</p>    | <p>Вместе с колбой Бунзена используется для фильтрования под вакуумом</p>   |
| <p>фильтр Шотта</p>   | <p>Используются для фильтрования мелкокристаллических осадков как под вакуумом, так и при</p>   |

|  |   |
|--|---|
|   | <p>атмосферном давлении.</p>  |
| <p><b>Мерная посуда</b></p>  |   |
| <p>пипетки мерные (пипетки Мора)</p> <p>Пипеткалар<br/> а - жэй пипетка<br/> б - калибрлі пипетка</p>  <p>а                      б</p> | <p>Используются для забора различных жидкостей.</p>   |
| <p>бюретки</p> <p>Бюреткалар</p>    | <p>Используются для титрования.</p>   |
| <p>Мерные цилиндры/мензурки</p>  | <p>Используются для приливания определенных количеств жидкости, а также для измерения объема растворов.</p> |



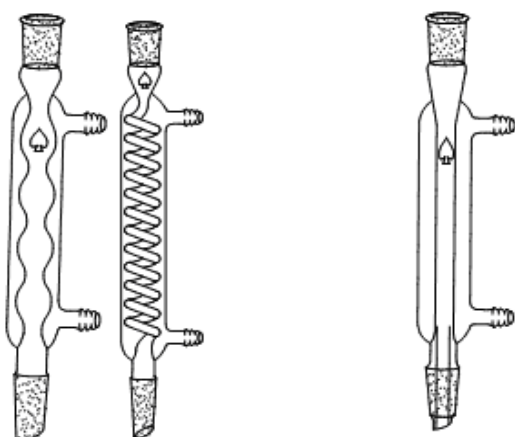
Өлшеуіш  
цилиндр



Мензурка

### Холодильники

Обратные и прямые (Либиха)

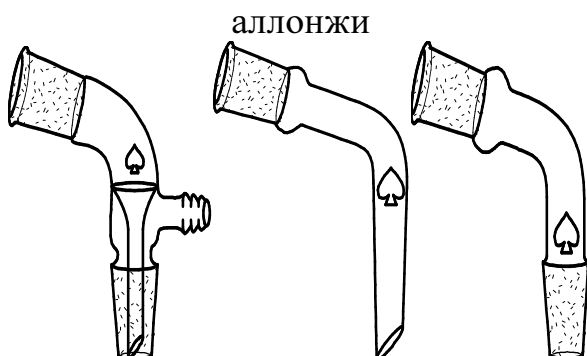


Кері  
тоңазытқыш

Тура тоңазытқыш  
немесе Либих  
тоңазытқышы

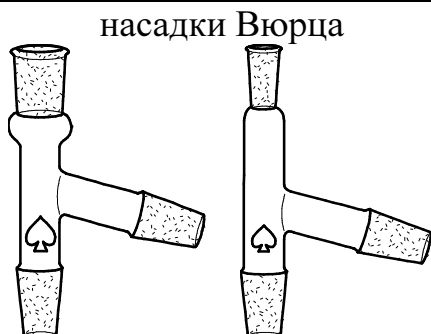
Обратные холодильники используются в органическом синтезе для возврата испаряющихся органических веществ в реакционную колбу.

Прямые холодильники используются для перегонки различных низко- и высококипящих жидкостей, как при атмосферном давлении, так и под вакуумом.



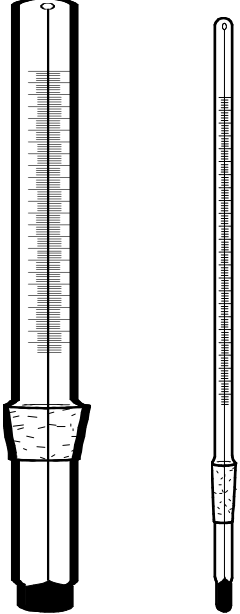
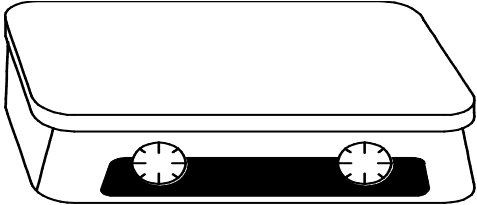
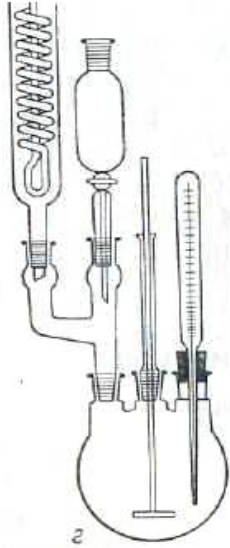


аллонжи

Используются при перегонке вместе с холодильником Либиха.



насадки Вюрца

Используются для перегонки различных жидкостей. Вместе с холодильником Либиха и круглодонной колбой представляют собой прибор для перегонки при атмосферном давлении, а при подключении к водоструйному насосу – для перегонки под вакуумом.

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">термометры</p>  | <p>Используются для определения температуры растворов, водяной и песчаной бань, для определения температуры плавления твердых веществ, а также при перегонке органических жидкостей.</p> |
| <p style="text-align: center;">плитка</p>     | <p>Используется для нагрева растворов, плавления твердых веществ.</p>  |
|    | <p>Прибор для проведения синтезов, состоящий из трехгорлой колбы с мешалкой, термометром и двурогим форштоссом, к которому присоединен обратный холодильник и капельная воронка.</p>     |
|    | <p>Насадка Аншютца-Тиля (форштосс).</p>  |
|    | <p>«Паук» четырехрожковый для вакуумной перегонки многокомпонентных систем и</p>   |

|  |  |
|--|--|
|                               | <p>получения нескольких фракций.</p>   |
|  <p>Вакуумға<br/>жалғайды</p> | <p>Двухрожковый «паук».</p>  |
|                              | <p>«Саблеобразная» колба для перегонки веществ, застывающих при комнатной температуре.</p>                   |
|                             | <p>Прибор для возгонки, состоящий из фарфоровой чашки, воронки и фильтра.</p>                                |
|                             | <p>Аппарат (экстрактор) Сокслета используется для извлечения трудно растворимых соединений из экстракта.</p> |

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### ***ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ***

В процессе выполнения данной работы студент знакомится с одним из методов разделения смеси твердых веществ, основанной на разной растворимости компонентов смеси и их очисткой.

Процесс кристаллизации включает в себя:

1. приготовление нагретого насыщенного раствора вещества в подходящем растворителе;
2. фильтрование горячего раствора от нерастворившихся примесей;
3. охлаждение раствора, вызывающее кристаллизацию;
4. отделение кристаллов от маточного раствора;
5. сушку кристаллов.

Для получения чистого вещества методом кристаллизации, прежде всего, должен быть удачно подобран растворитель.

Требования к растворителю:

1. вещество должно хорошо растворяться в нем при нагревании, плохо при охлаждении;
2. растворитель не должен взаимодействовать с веществом;
3. растворимость кристаллизуемого вещества должна резко отличаться от растворимости загрязняющих примесей;
4. растворитель должен легко удаляться с поверхности кристаллов.

Выбирая растворитель, можно руководствоваться правилом «подобное растворяется в подобном». Для хорошо изученных веществ растворитель и его количество можно подбирать по данным растворимости, которые имеются в справочниках.

**Техника выполнения работы:** При выборе растворителя для неизвестного вещества всегда следует сначала испытать его растворимость в воде. Для этого небольшое количество вещества необходимо поместить в пробирку, добавить 1 мл воды (растворителя) и наблюдать растворение при комнатной температуре. Если вещество не растворилось при комнатной температуре, то пробирку с веществом надо нагреть до кипения.

Если растворитель подходит для кристаллизации, то при охлаждении пробирки под струей холодной воды должны выпасть кристаллы.

При наличии в веществе окрашенных примесей следует добавить активированный уголь. Нужно иметь в виду, что добавление угля вызывает резкое вскипание, поэтому его нельзя добавлять к перегретой жидкости. Необходимо несколько охладить раствор, а затем добавить уголь.

После выбора растворителя для кристаллизации вещество взвешивают и помещают в коническую колбу, добавляя небольшими порциями заранее нагретую воду (растворитель). Если вещество не растворилось, то добавляют еще немного воды и снова доводят раствор до кипения и т.д.

Когда вещество полностью растворится, насыщенный горячий раствор быстро фильтруют, следя за тем, чтобы во время фильтрования не выпадали

кристаллы. Для того чтобы кристаллизация не началась на воронке, ее нужно подогреть и не допускать перенасыщения раствора. Если раствор охлаждается медленно, то образуются крупные кристаллы. Для более полного выделения кристаллов колбу необходимо охладить под струей холодной воды. Кристаллизацию можно ускорит трением стеклянной палочки о стенки колбы.

Выделившиеся кристаллы отфильтровывают от маточного раствора под вакуумом водоструйного насоса на воронке Бюхнера, используя в качестве приемника колбу Бунзена (если маточного раствора много) или маленькую пробирку с боковым отводом. После отделения кристаллов их сушат на воздухе, взвешивают и определяют выход чистого вещества в процентах от веса, взятого для кристаллизации.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3** ***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ***

В процессе выполнения работы студент знакомится с одним из методов определения степени чистоты органических веществ и идентификации их по температуре плавления с литературными данными.

Температура, выше которой кристаллическое органическое вещество переходит в другое фазовое состояние и превращается в жидкость, называется температурой плавления. Точнее, температура плавления вещества – это такая температура, при которой одновременно существуют и находятся в равновесии обе фазы – как жидкая, так и твердая.

Температура плавления является физической константой, которая весьма часто используется как для характеристики органических веществ, так и в качестве критерия их чистоты.

Примеси в веществе редко образуют с ним твердые растворы, обычно они распределяются неравномерно, вследствие чего плавление веществ происходит не сразу, а в интервале температур, составляющем несколько градусов, а полное плавление вещества, наблюдается при температуре, более низкой, чем в случае чистого вещества.

Прибор для температуры плавления (рисунок 1) представляет собой колбу, в которую налита серная кислота. В колбу опущена специальная пробирка, снабженная резиновой пробкой с закрепленным в ней термометром.

В пробке должен быть сделан продольный разрез, чтобы внутренняя часть прибора сообщалась с атмосферой. Вещество, температуру плавления которого надо определить, помещают в капилляр, запаянный с одного конца. Капилляр для определения температуры плавления вытягивают из нетугоплавкой трубки диаметром 5-10 мм. Полученная капиллярная нить должна иметь внутренний диаметр 0,8-1,0 мм, ее срезают острым напильником на кусочки длиной 40-50 мм, обращая внимание на то, чтобы

линия отреза была ровной, т.к. иначе наполнение капилляра будет затруднено. Капилляр нужного диаметра запаивают с одного конца, осторожно внося его в пламя горелки. Капилляр наполняют веществом так, чтобы его плотный слой занимал около 0,5 см.



Рисунок 1 – прибор для определения температуры плавления

Для этого небольшое количество вещества тонко измельчают на часовом стекле при помощи стеклянной палочки, собирают его в кучку и погружают в него открытый конец капилляра. Сместить вещество вниз к запаянному концу капилляра и утрамбовать его можно, бросая капилляр с веществом запаянным концом вниз в стеклянную трубку длиной 90-100 см, поставленную вертикально на пластинку из стекла или на часовое стекло.

Таким образом, наполняют два капилляра разными веществами и прикрепляют их посредством резинового кольца на уровне шарика термометра так, чтобы было видно одновременно и шкалу термометра, и содержимое капилляра на просвет.

Прибор нагревают на электроплитке сначала быстро, а когда показания термометра достигнут величины на 10-15 °С ниже предполагаемой температуры плавления, необходимо чтобы столбик ртути поднимался со скоростью не более 1-2 °С в минуту. В противном случае, шарик термометра не будет успевать нагреваться также быстро, как вещество в капилляре и определенная температура плавления окажется заниженной.

Следует иметь в виду, что внешний вид вещества перед плавлением обычно несколько изменяется: оно уплотняется, и между его отдельными кусочками могут появиться пузырьки воздуха. Этот момент считают началом плавления. Когда все вещество превратится в прозрачную жидкость, определение температуры плавления заканчивают. Интервал температур между началом плавления и его окончанием тем меньше, чем вещество чище. На практике обычно считается допустимым, когда вещество плавится в пределах 1-2 °С. После определения температуры плавления двух веществ готовят их смесь и определяют температуру плавления как описано выше.



Полученные данные сообщают преподавателю. Необходимо зарисовать в рабочую тетрадь вид прибора, записать наблюдаемые температуры плавления двух веществ отдельно и температуры плавления их смеси. Пользуясь справочником, идентифицировать вещество по температуре плавления, найти  $\Delta t$  от литературного.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4** ***ПРОСТАЯ ПЕРЕГОНКА***

В процессе выполнения данной работы студент осваивает один из методов разделения жидких органических веществ и их очистки. Знакомится с методом идентификации веществ по температуре кипения и показателю преломления.

Д.Н. Коновалов установил законы, характеризующие соотношения между составами равновесных жидкостей и пара. Согласно первому закону Д.Н. Коновалова, повышение относительного содержания данного компонента в жидкой фазе всегда вызывает увеличение относительного содержания его в парах. При этом в двухкомпонентной системе пар (по сравнению с находящейся с ним в равновесии жидкостью) богаче тем из компонентов, прибавление которого к системе повышает общее давление пара, т.е. понижает температуру кипения смеси при данном давлении.

Некоторые жидкости, взятые в определенных соотношениях, образуют смеси, при перегонке которых состав пара не отличается от состава жидкости. Растворы, перегоняющиеся без изменения состава и температуры кипения, т.е. без разделения, называют нераздельнокипящими или азеотропными.

Способы перегонки делятся на две группы: простая перегонка и ректификация.

Метод перегонки применяется для удаления растворителей или разделения нескольких продуктов реакции, имеющих разные температуры кипения, а также для очистки веществ от примесей.

По условиям проведения различают три вида перегонки: при атмосферном давлении, при пониженном давлении (перегонка под вакуумом) и с водяным паром.

При простой перегонке пары кипящей жидкости непосредственно из перегонной колбы поступают в холодильник, где превращаются в конденсат. Таким образом, разделение смеси жидкостей проходит лишь на стадии испарения.

Простая перегонка применяется в том случае, когда температуры кипения веществ, входящих в состав перегоняемой жидкости, значительно отличаются друг от друга. Удовлетворительное разделение возможно при условии, что разница температур кипения перегоняемых жидкостей составляет не менее  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Простая перегонка удобна для очистки веществ от

нелетучих или трудно летучих примесей. Установка для простой перегонки изображена на рисунке 2.

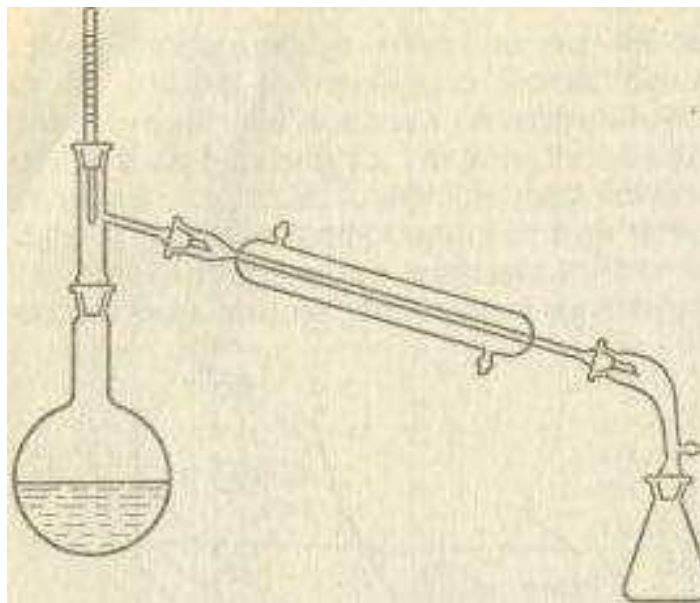


Рисунок 2 – установка для простой перегонки

В этой установке используется колба с отводной трубкой (колба Вюрца - 1). При сборке следует обратить внимание на то, чтобы ртутный шарик термометра (2) находился примерно на 0,5 см ниже отверстия трубки и чтобы он хорошо омывался парами перегоняемой жидкости.

Холодильник, из которого конденсат не попадает обратно в перегонную колбу, а направляется в приемник, называется прямым или нисходящим холодильником (3).

Если температура перегоняемой жидкости ниже 120-130 °С, в качестве прямого холодильника используется холодильник с водяной рубашкой – холодильник Либиха. Следует строго следить за тем, чтобы во время перегонки вода непрерывно поступала в холодильник, т.к. в обратном случае может возникнуть пожар или взрыв. Если температура перегоняемой жидкости выше 120-130 °С, то внутренняя трубка холодильника вследствие большой разницы температур на ее внутренней и внешней поверхности может треснуть. Поэтому, при перегонке жидкостей, температура кипения которых выше 120-130 °С, применяется воздушный холодильник, т.е. холодильник охлаждается не водой, а окружающим воздухом.

В качестве приемников могут использоваться различные плоскодонные колбы, в том числе и конические (колбы Эрленмейера).

Необходимо собрать фракцию чистого органического вещества, кипящего при постоянной температуре и идентифицировать его, используя справочные данные по температуре кипения и показателю преломления.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 ВОЗГОНКА

Возгонка – процесс испарения твердого вещества с последующей конденсацией пара в твердое состояние, минуя жидкую фазу. Этим способом пользуются для очистки твердых веществ, имеющих достаточно большое давление пара при сравнительно невысокой температуре. Возгонка применима особенно в тех случаях, когда очистка твердого органического вещества от смолистых примесей путем кристаллизации не достигает цели. Чаще всего возгонка представляет собой относительно медленный процесс. Скорость возгонки прямо пропорциональна давлению пара вещества при данной температуре и обратно пропорциональна внешнему давлению в приборе. Чем меньше разность между внешним давлением и давлением пара вещества, тем больше скорость возгонки. Кроме того, скорость возгонки прямо пропорциональна величине поверхности испаряемого вещества и поэтому препарат надо очень тонко измельчать.

Вещества, имеющие относительно высокое давление пара, при нагревании могут приобрести давление пара, равное атмосферному, при температуре, лежащей ниже температуры плавления. Температура плавления при нагревании этих веществ не достигается, они непосредственно переходят в парообразное состояние, т.е. возгоняются.

Температура, при которой давление пара над твердым веществом равно внешнему давлению, называется температурой возгонки.

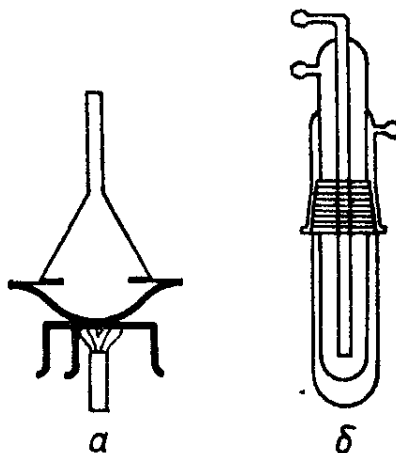


Рисунок 3

Возгонка проводится как при атмосферном давлении, так и в вакууме. Для возгонки при атмосферном давлении вещество помещают в небольшую фарфоровую чашку, покрывают ее куском фильтровальной бумаги с отверстием (чтобы возгон не падал обратно на возгоняемое вещество) и затем накрывают фарфоровую чашку опрокинутой стеклянной воронкой (рис. 3, а). Отводную трубку воронки закрывают тампоном из стеклянной ваты. Чашку с веществом нагревают на маленьком пламени горелки или на песочной бане. Для охлаждения на внешнюю поверхность воронки

помещают влажной ваты или ткани. Нагревать чашку с веществом нужно осторожно; небольшое нагревание может способствовать быстрому термическому разложению возгоняемого вещества. Описанным выше путем рекомендуется возгонять бензойную кислоту или нафталин.

При возгонке в вакууме (рис. 3, б), снижая давление, можно добиться того, чтобы и у тех твердых веществ, которые при обычном давлении плавятся, температура возгонки была ниже температуры плавления.

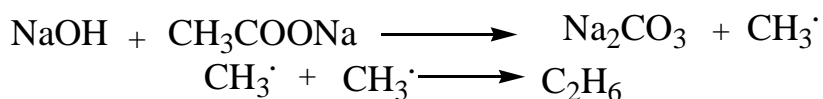
Рекомендуется очищать возгонкой в вакууме бензойную кислоту, щавелевую кислоту (кристаллогидрат), ализарин.

Навеску бензойной или щавелевой кислоты (1г), или взятую на кончике шпателя пробу ализарина помещают в прибор для возгонки в вакууме. Собирают прибор, хорошо смазав шлиф. Включают водяное охлаждение. После создания вакуума с помощью масляного насоса прибор медленно нагревают на парафиновой бане. Температуру бани необходимо контролировать; температуру начала возгонки следует записать в журнале. По окончании возгонки прибору дают охладиться и затем осторожно открывают. Если шлиф не удастся открыть, нужно обратиться к стеклодуву.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6** **НАСЫЩЕННЫЕ, НЕНАСЫЩЕННЫЕ, АРОМАТИЧЕСКИЕ** **УГЛЕВОДОРОДЫ**

### **№1 Получение и свойства метана**

«Смесь для получения метана» состоит из уксуснокислой соли и натронной извести (смесь NaOH и CH<sub>3</sub>COONa) и является примером общей реакции получения углеводородов из солей карбоновых кислот при нагревании их с едкой щелочью.



Описание опыта: на дно сухой пробирки насыпают «Смесь для получения метана», закрывают газоотводной трубкой и осторожно нагревают в пламени горелки. Газоотводную трубку последовательно опускают в отдельные пробирки с бромной водой и перманганата калия. Затем, не прекращая нагревания, к концу газоотводной трубки подносят зажатую спичку и наблюдают за процессом горения. Затем к пламени горящего метана подносят фарфоровую чашку и отмечают наличие или отсутствие сажи.

Необходимо:

а) сделать вывод о химической природе выделяющегося углеводорода;

б) составить схемы получения побочных продуктов, которые могут образоваться из «смеси для получения метана» (ацетон, водород, этилен, двуокись углерода);

в) написать уравнения реакции горения метана.

## №2 Получение и свойства этилена

«Смесь для получения этилена» состоит из этилового спирта и концентрированной серной кислоты и является одним из примеров реакции получения непредельных углеводов:



Описание опыта: для получения этилена в пробирку наливают около 2 мл «Смеси для получения этилена», присоединяют газоотводную трубку и осторожно нагревают пробирку до начала равномерного выделения газа. Опуская конец газоотводной трубки в отдельные пробирки с бромной водой и раствором перманганата калия, устанавливают, изменится ли окраска этих реактивов выделяющимися пузырьками газообразного углеводорода, т.е. происходит ли бромирование этилена и его окисление. Затем, не прекращая нагревания, поджигают выделяющийся этилен и вносят в пламя фарфоровую чашку.

Необходимо:

а) сделать вывод о химической природе выделяющегося углеводорода;

б) составить схемы получения побочных продуктов, которые могут образоваться из «смеси для получения этилена» в зависимости от соотношения компонентов смеси и температуры нагревания;

в) написать уравнения реакции этилена.

## №3 Получение и свойства ацетилена

Одним из методов получения ацетилена является реакция взаимодействия карбида кальция с водой:



Описание опыта: в сухую пробирку вносят несколько маленьких кусочков карбида кальция и наливают воду, быстро закрывают газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Опуская конец газоотводной трубки в отдельные пробирки с бромной водой и раствором соли одновалентной меди, устанавливают, изменится ли окраска этих реактивов выделяющимися пузырьками газообразного углеводорода, происходит ли бромирование ацетилена и его окисление. Затем, не прекращая нагревания, поджигают выделяющийся ацетилен вносят в пламя фарфоровую чашку.

Необходимо:

а) сделать вывод о химической природе выделяющегося углеводорода;

- б) написать уравнения реакции ацетилена;
- в) сопоставить свойства метана, этилена, ацетилена. Указать на сходство и отличие этих углеводородов на основании проведенных реакции объяснить их.

#### **№4 Свойства ароматических углеводородов**

Свойства ароматических углеводородов определяются свойствами ароматического кольца (бензол) и боковой углеводородной цепи радикала (гамологи бензола – толуол, ксилол и т.д.).

##### Бромирование ароматических углеводородов

Выполнение опыта № 1: в две сухие пробирки наливают по 3 мл бензола и толуола. Затем в каждую пробирку добавляют по 3 мл бромной воды встряхивают.

Содержимое каждой пробирки разливают на 5 пробирок.

Одну порцию оставляют стоять в штативе; вторую – нагревают до кипения и ставят в штатив. К третьей порции добавляют на кончике скальпеля алюминий (порошок); к четвертой – железные опилки; к пятой – кристаллик йода взбалтывают и оставляют в штативе на 5-7 минут.

##### Необходимо:

- а) сопоставить свои наблюдения по скорости бромирования при комнатной температуре и при нагревании; с катализаторами и без них; в зависимости от природы катализатора;
- б) написать уравнения соответствующих реакций;
- в) сделать вывод о влиянии природы «углерод-углеродной» связи на реакцию бромирования метана, этилена, ацетилена, бензола, толуола с бромной водой.

Выполнения опыта №2: для обнаружения влияния катализатора не только на скорость реакции, но и направления бромирования толуола, нагревают первую и четвертую пробирку (без катализатора и с катализатором - железа) до начала кипения. Затем обе пробирки охлаждают до комнатной температуры и погружают в каждую из них полоски фильтровальной бумаги. Вынув обе бумажки, подсушивают их (под тягой) и определяют продукты бромирования по запаху.

Выполнения опыта №3: в пробирке смешивают 2 мл раствора перманганата калия и 0,5 мл разбавленной серной кислоты (1:5). Полученную смесь разливают поровну в две пробирки. Затем в одну из них приливают 2 мл бензола, в другую – 2 мл толуола, встряхивают и оставляют в пробирке 3-5 минут.

##### Необходимо:

- а) отметить происходящие изменения и объяснить их;
- б) написать уравнения соответствующих реакций;
- в) сопоставить свои наблюдения с реакциями окисления метана, этилена, ацетилена, бензола, толуола. Сделать вывод о влиянии природы

«углерод-углеродной» связи на реакцию окисления метана, этилена, ацетилена, бензола, толуола.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7** **СВОЙСТВА ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ** **(R-OH- СПИРТЫ, ArOH- ФЕНОЛЫ )**

### **№1 Обнаружение воды в спирте и обезвоживание спирта**

Выполнение опыта: в фарфоровой чашке нагревают небольшое количество медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) до исчезновения голубой окраски.

Белый порошок пересыпают в сухую пробирку, прибавляют 1 мл этилового спирта и оставляют в штативе на 5-7 минут.

Необходимо:

а) отметить изменение цвета порошка медного купороса и сделать вывод о наличии или отсутствии воды в спирте.

### **№2 Образование и гидролиз алкоголята**

Выполнение опыта: этиловый спирт, простоявший 5-7 минут с прокаленным медным купоросом, слить в сухую пробирку.

Добавить небольшой кусочек маталлического натрия, отжатого фильтровальной бумагой от керосина. Отметить происходящие изменения, затем поднести к отверстию пробирки зажженную спичку. Объяснить наблюдения. После растворения взятого в опыт натрия, приливают в пробирку 1 мл воды и проверяют фенолфталеином реакцию среды.

Необходимо:

а) написать реакцию получения алкоголята и его гидролиза;

б) объяснить изменения цвета фенолфталеина.

### **№3 Окисление этилового спирта хромовой смесью**

Выполнение опыта: в пробирку наливают 2 мл 5% водного раствора бихромата калия, 1 мл серной кислоты, разбавленной (1:5), 0,5 мл этилового спирта и осторожно нагревают до изменения первоначального цвета растворов.

Необходимо:

а) отметить изменение цвета раствора и запах;

б) написать уравнение окисления первичного спирта.

### **№4 Дегидратация глицерина**

Выполнение опыта: в сухую пробирку помещают 1 мл глицерина, около 1 г  $\text{NaHSO}_4$  и встряхнув смесь, нагревают ее до появления резкого запаха.

Необходимо:

- а) написать уравнение реакции дегидратации глицерина с образованием непредельного альдегида- акролеина;
- б) какие вещества образуются по реакции дегидратации одноатомных спиртов? Написать уравнение реакций.

### **№5 Комплексообразование многоатомных спиртов**

Выполнение опыта: в пробирку наливают 3 мл водного раствора сульфата меди и 4 мл водного раствора едкого натра; встряхивают и содержимое пробирки делят на 4 равные части. К одной части осадка добавляют 1 мл этилового спирта, к другой – 1 мл этиленгликоля, к третьей- 1 мл глицерина, к четвертой - 1 мл водного раствора маннита. Все пробирки встряхивают и оставляют в штативе на 1-3 минуты.

Необходимо:

- а) отметить изменение цвета осадка  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в зависимости от атомности спиртов. Объяснить происходящие изменения;
- б) написать уравнения реакций;

Затем добавляют во все четыре пробирки по 2 мл разбавленной соляной кислоты и наблюдают изменение окраски в каждой пробирке.

Необходимо:

- а) написать уравнения реакций.

### **№6 Растворимость и кислотный характер фенолов и нафтолов**

Выполнение опыта: взвешивают по 100 мг различных фенолов (одно-, двух- и трехатомные),  $\alpha$ - и  $\beta$ - нафтолов, пересыпают навески в пробирки, добавляют по 5 мл воды, встряхивают. Отмечают в каких пробирках произошло полное растворение. Если фенолы не растворяются при комнатной температуре, содержимое пробирок подогревают до кипения, затем охлаждают, наблюдают происходящие изменения.

Стеклянными палочками из каждой пробирки наносят каплю полученного раствора на универсальную бумагу и определяют рН. Растворы используют в следующих опытах.

Необходимо:

Сделать вывод влияния количества ОН-групп и их расположения на растворимость и кислотный характер.

### **№7 Образование и разложение фенолятов**

Выполнение опыта: растворы фенола, пирокатехина,  $\alpha$ -нафтола наливают в три пробирки (каждого по 1 мл – всего 6 пробирок). К одной части каждого фенола приливают по 1 мл раствора карбоната натрия, к другой по 1 мл бикарбоната натрия. Отмечают происходящие изменения. Затем во все 6 пробирок добавляют по 1 мл разбавленной серной кислоты.

Необходимо:

- а) объяснить изменения, происходящие от добавления растворов карбоната и бикарбоната натрия к каждому фенолу;



б) написать уравнения реакций образования и разложения фенолятов.

### **№8 Реакция фенолов и нафтолов с хлоридом железа**

#### Выполнение опыта:

**А.** Опыт проводят одновременно с растворами различных фенолов и нафтолов.

К 5-6 каплям каждого из исследуемых растворов добавляют 1-1,5 мл воды и затем 3-5 капель раствора 3 % хлорного железа. Отметьте изменение цвета растворов соответствующих фенолов и объясните эти изменения.

**Б.** Полученные в опыте А окрашенные растворы, содержащие фенол, резорцин и пирогаллол, делят каждый на три части. К одной добавляют равный объем спирта, к другой – несколько капель раствора щелочи. Эти реактивы вызывают исчезновение первоначальной интенсивной окраски растворов. Почему?

**В.** К растворам гидрохинона и нафтолов, прикапывают 1% раствор красной кровяной соли  $[K_3(FeCN)_6]$ . Отмечают происходящие изменения.

#### Необходимо:

а) сделать вывод о влиянии количества и расположения ОН-групп на реакцию с хлоридом железа (III).

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 СВОЙСТВА КАРБОНИЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ (АЛЬДЕГИДЫ, КЕТОНЫ)**

### **№1 Образование альдегидов из спиртов.**

#### *Реакция дегидрирования*

Выполнение опыта: в сухую пробирку наливают 2-3 мл спирта. Затем в пламени спиртовки нагревают медную спираль до красного каления, быстро погружают ее в спирт и закрывают неплотно пробкой. Спирт вскипает, появляется запах альдегида, медная спираль меняет цвет.

#### Необходимо:

- а) объяснить наблюдаемые изменения;
- б) написать уравнения реакций.

#### *Реакция дегидратации.*

Выполнение опыта: к нескольким каплям глицерина в сухой пробирке добавляют около 1 г кислого сернокислого калия (или натрия). Осторожно нагревают до появления характерного запаха. Делят содержимое пробирки пополам и проводят реакции с 1 мл бромной воды и с 1 мл перманганата калия. Наблюдают изменение цвета этих растворов.

#### Необходимо:

а) написать уравнения происходящих реакций. Объяснить наблюдаемые изменения.

## **№2 Реакция «серебряного зеркала» (реакция Толленса).**

Выполнение опыта: к 1 мл раствора альдегида в пробирке добавляют одну каплю аммиачного раствора окиси серебра, встряхивают и оставляют в штативе на 3-5 минут. Отмечают происходящие изменения. Подогревают смесь на водяной бане в течение 1-2 минут.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций;
- б) объяснить наблюдаемые изменения.

## **№3 Восстановление альдегидами соединений двухвалентной меди**

Выполнение опыта: к 1 мл раствора исследуемого альдегида добавляют 0,5 мл разбавленного раствора щелочи и затем по каплям раствор сульфата меди до образования осадка. Полученную смесь нагревают до кипения, при этом осадок изменяет свою окраску.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций;
- б) объяснить наблюдаемые изменения.

## **№4 Реакция с фуксисернистой кислотой (реакция Шиффа**

Выполнение опыта: наливают в пробирку 1 мл бесцветного раствора фуксисернистой кислоты и добавляют несколько капель раствора формальдегида. Когда жидкость в пробирке приобретет окраску, отмечают ее оттенок. Затем добавляют 0,5 мл концентрированной соляной кислоты или разбавленной серной кислоты и снова отмечают изменение окраски – сразу и через 5-10 минут.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций;
- б) объяснить наблюдаемые изменения.

## **№5 Получение уротропина.**

Выполнение опыта: взвешивают фарфоровую чашку (или тигель) и наливают в нее 5-7 мл формалина. Добавляют при перемешивании концентрированный раствор аммиака до появления ясного, не исчезающего запаха аммиака. Затем чашку со слегка разогретой смесью устанавливают на сетку и выпаривают до небольшого объема при перемешивании, а затем досуха на кипящей водяной бане и взвешивают.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций;
- б) рассчитать выход уротропина в процентах, считая на вес исходного формалина.

## **№6 Взаимодействие ацетона с бисульфитом натрия.**

Выполнение опыта: в пробирку помещают 2 мл ацетона и 3-4 мл бисульфита натрия. Слегка разогретую смесь охлаждают в ледяной воде

и встряхивают до выделения белого осадка бисульфитного соединения ацетона; его делят на две части. Часть бисульфитного соединения обрабатывают в пробирке с соляной кислотой при слабом нагревании и отмечают запах выделяющегося газа. Другую часть нагревают с 1 мл раствора щелочи; отмечают запах выделяющихся паров и испытывают их горючесть.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций;
- б) объяснить наблюдаемые изменения.

### **№7 Образование йодоформа из альдегидов и кетонов.**

Выполнение опыта: к 1-2 мл разбавленного водного раствора исследуемого альдегида (опыт 1) или ацетона добавляют 1 мл раствора йода, щелочь по каплям до исчезновения окраски. В некоторых растворах медленно и без нагревания образуется желтый осадок йодоформа с характерным запахом.

Необходимо:

- а) написать уравнения происходящих реакций.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 СВОЙСТВА КАРБОКСИЛЬНОЙ ГРУППЫ (ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ)**

### **№1 Сравнение окисляемости органических кислот**

Выполнение опыта: готовят водные растворы следующих кислот (муравьиной, уксусной, щавелевой, винной, фумаровой). К каждому из полученных растворов, добавляют по 1 мл разбавленной серной кислоты и раствор перманганата калия по каплям. Различие в ходе окисления отчетливо обнаруживается по изменению окраски растворов сразу же или при стоянии в течении нескольких минут.

Необходимо:

- а) отметить изменение цвета;
- б) объяснить происходящие явления.

### **№2 Реакция оксикислот с хлоридом железа (III)**

Выполнение опыта: К 1-2 мл раствора каждой из исследуемых кислот добавляют по 2-3 капли хлорида железа (III), содержащего фенол. В растворах оксикислот появляется ярко-желтая окраска, иногда с зеленоватым оттенком.

Необходимо:

- а) отметить изменение цвета;
- б) написать уравнения реакций

### **№3 Разложение щавелевой кислоты при нагревании.**

Выполнение опыта: около 1-2 г щавелевой кислоты нагревают в пробирке с газоотводной трубкой, оттянутый конец которой опущен в другую пробирку, содержащую 1-2 мл известковой воды. Когда начнется непрерывное выделение пузырьков газа, в известковой воде образуется осадок, трубку вынимают из жидкости и поджигают у ее отверстия газ. Содержащаяся в нем окись углерода сгорает характерным голубым пламенем.

Необходимо:

- а) написать уравнения реакций;
- б) объяснить происходящие явления.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10** **УГЛЕВОДЫ**

### **№1 Общая реакция на углеводы с нафтолом (реакция Молиша)**

Выполнение опыта: опыт проводят одновременно с несколькими различными углеводами.

В пробирку к исследуемому углеводу добавляют 2 капли раствора  $\alpha$  – нафтола. После этого, наклонив пробирку, осторожно приливают по стенке (лучше из пипетки) 1-1,5 мл концентрированной серной кислоты; тяжелый слой кислоты должен опуститься на дно пробирки, почти не смешиваясь с водным слоем. На границе быстро образуется красно-фиолетовое кольцо; при взбалтывании смесь разогревается и окрашивается по всему объему, а при разбавлении ее водой выделяются окрашенные хлопья. В отсутствие углеводов фиолетового кольца не образуется, хотя жидкость может позеленеть или потемнеть. Если вместо  $\alpha$  – нафтола использовать резорцин, то образуется оранжево-красное окрашивание, тимол-красное, дифениламин – синее.

Данная реакция очень чувствительна, при недостаточно аккуратной работе, даже случайно попавшие в пробирку волокна фильтровальной бумаги или пыль могут вызвать положительную реакцию с  $\alpha$  – нафтолом.

Необходимо:

Написать уравнения реакций

### **№2 Взаимодействие сахаров с аммиачным раствором окиси серебра**

Выполнение опыта: в тщательно вымытой горячим раствором щелочи и ополоснутой водой пробирке смешивают 1 мл аммиачного раствора окиси серебра и 1 мл раствора сахара. Пробирку помещают на несколько минут в горячую воду (60-80<sup>0</sup>С). Если пробирка была чистой, то выделяющееся при окислении сахара металлическое серебро осаждается на стенках в виде зеркального слоя, в ином случае выпадает черный осадок. (Продукт реакции сдать лаборанту или слить раствор серебра в специальную склянку).

Необходимо:

Написать уравнения реакций.

### **№3 Взаимодействие сахаров с медновиннокислым комплексом (феллинговой жидкостью)**

Материалы: 1-2 % водные растворы сахаров. Раствор А – сульфат меди в водном растворе (3,5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 20 мл воды), раствор Б- виннокислый калий-натрий в воднощелочном растворе (17,3 г сегнетовой соли и 6 мл  $\text{NaOH}$  в 50 мл воды).

Выполнение опыта: опыт проводят одновременно с растворами различных сахаров, точно отмеряют и смешивают равные объемы растворов А и Б и наливают в пробирки по 2 мл полученной темно-синей жидкости. Нагревают жидкость в каждой пробирке до начала кипения и добавляют к ней по каплям (при продолжающемся кипении) 0,5-1,5 мл исследуемого раствора до полного исчезновения синей краски смеси и выделения красного осадка окиси одновалентной меди. Приливая раствор сахара из градуированной пипетки или бюретки, можно во многих случаях оценить его концентрацию.

Необходимо:

Написать уравнения реакций.

### **№4 Гидролиз крахмала кислотами**

Выполнение опыта: в пробирку помещают небольшое количество крахмала (0,5г), добавляют 5 мл кислоты и кипятят смесь 5-10 минут. В последовательно отобранных пробах, наблюдают постепенное изменение окраски при реакции с йодом (до отрицательной).

В фарфоровую чашечку отлить 10 мл и помешивая упарить до образования патоки.

Необходимо:

- а) объяснить происходящее;
- б) написать уравнения реакций.

### **№5 Окисление моносахаридов бромной водой**

Выполнение опыта: к 1 мл каждого раствора сахара (глюкоза и фруктоза) добавляют по 3 мл бромной воды и смесь нагревают на кипящей водяной бане 15 мин. Если за это время окраска не исчезнет, то кипятят жидкость 0,5-1 мин на пламени горелки до полного обесцвечивания.

Охладив оба полученных раствора в воде до комнатной температуры, добавляют к каждому из них по несколько капель раствора хлорного железа и сравнивают появившуюся в них окраску.

Необходимо:

- а) написать уравнения реакций;
- б) объяснить происходящие явления.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

### *ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ*

#### *А) ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ*

Для хроматографии в тонких слоях в качестве адсорбента чаще всего используется окись алюминия (незакрепленный слой) и силикагель (закрепленный слой).

Для выполнения работы необходима окись алюминия с активностью не менее 3 степени. Пониженная активность окиси алюминия вызвана большим содержанием воды. Для повышения активности окись алюминия помещают в фарфоровую чашку, прокаливают на горелке 4-5 часов при 300-400 °С, слегка охлаждают и горячей просеивают и пересыпают в емкость с притертой пробкой.

**Материалы:** динитрофенилгидразоны глюкозы, ацетона, бензальдегида, метилэтилкетона, бензофенона, формальдегида, окись алюминия, гипс, система растворителей: бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5), бензол – петролейный эфир (3:1).

**Выполнение работы:** просеивают окись алюминия через сито размером 0,25 мм или через капроновый чулок, сложенный в три слоя. Ставят чистую, тщательно вымытую стеклянную пластинку размером 13x8 см в станок, насыпают на нее слой просеянной окиси алюминия для хроматографии и разравнивают получившийся слой с помощью специального валика.

На расстоянии 1,5-2 см от нижнего края пластинки наносят пробы исследуемых веществ. Точки нанесения должны находиться строго на одной прямой, на расстоянии 1,5-2 см друг от друга. Каждую точку следует наносить отдельным капилляром, слегка касаясь адсорбента, чтобы не нарушить слой.

Подготовленную пластинку ставят в наклонной плоскости в кювету, в которую предварительно наливают растворитель, высота слоя не должна превышать 1-1,5 см. Ставить пластинку в кювету надо с максимальной осторожностью, не увеличивая угла наклона пластинки и избегая ударов ее со стенками кюветы. Снаряженную кювету помещают в эксикатор, который закрывают пришлифованной крышкой. После того как растворитель поднимется почти до верха пластинки, ее вынимают и отмечают положение фронта растворителя. Измеряют длину пробега пятен (X) и фронта растворителя (Y) и определяют отношение  $R_f = X/Y$ .

#### *Б) РАДИАЛЬНАЯ БУМАЖНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ*

Целью данной работы является разделение и идентификация аминокислот, углеводов, смесь которых дается студенту в виде раствора.

**Материалы:** две чашки Петри, смесь растворителей: бутанол – уксусная кислота – вода (5:1:5), проявители – нингидрин в ацетоне (для аминокислот), растворы о-толуидина и мочевины (для углеводов).

**Выполнение работы:** прибор для получения круговых (радиальных) хроматограмм состоит из двух чашек Петри равного диаметра. В нижнюю чашку помещают растворитель. Из куса специальной фильтровальной бумаги для хроматографии вырезают диски размером на 1-1,5 см больше диаметра чашки. Из центра диска при помощи циркуля проводят окружность диаметром 1,5-2 см, на которых рисуют кружки размером 3-4 мм, находящиеся друг от друга на расстоянии 1-1,5 см (рисунок 4). Число кружков соответствует числу «свидетелей» (стандартных образцов).

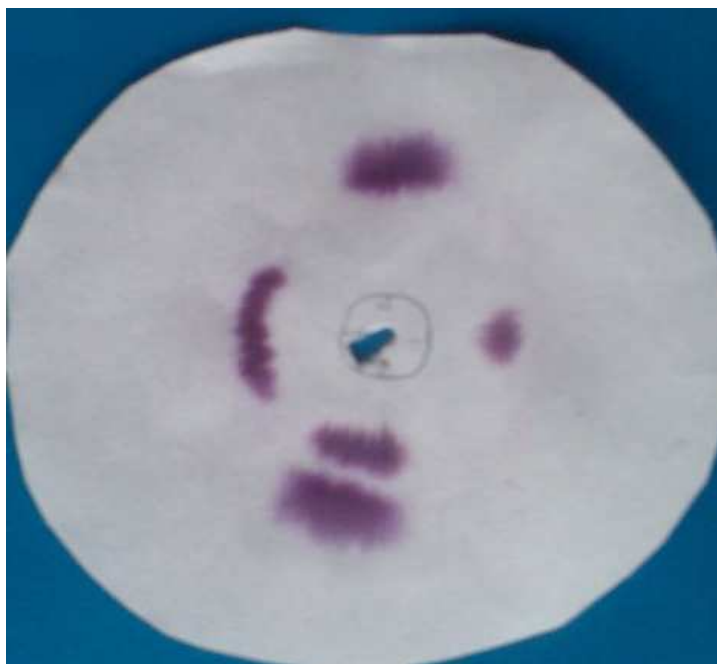


Рисунок 4 – радиальная хроматография аминокислот

После высыхания нанесенных пятен необходимо тщательно вымыть руки, сделать небольшое отверстие в центре диска и вставить в него фитиль – скрученную полоску фильтровальной бумаги, длина которой должна соответствовать высоте чашки Петри.

Диском закрывают нижнюю часть чашки Петри так, чтобы конец фитиля был погружен в растворитель, а сверху диск закрывают второй чашкой Петри. Камеру оставляют до тех пор, пока растворитель, распространяясь по бумаге, не окажется на расстоянии 0,5-1 см от края диска. После этого хроматограмму вынимают, отмечают карандашом фронт растворителя и сушат на воздухе, в сушильном шкафу или потоке теплого воздуха. Далее хроматограмму опрыскивают из пульверизатора соответствующим растворителем так, чтобы бумага была только слегка влажной, сушат на воздухе, а потом осторожно в сушильном шкафу до появления соответствующих пятен.

Идентификация компонентов контрольной смеси производится путем сравнения величины  $R_f$  для каждого пятна в смеси с величиной  $R_f$  «свидетеля».

## Список рекомендуемой литературы

6. Альбицкая В.М., Бальян Х.В. и др. Лабораторные работы по органической химии./ под ред. Гинзбурга М.: ВШ,1982.
7. Агрономов А.Е., Шабаров Ю.С. Лабораторные работы в органическом практикуме. - М.: Химия, 1974.
8. Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. – М.: Дрофа, 2002.
9. Березин Б.Д. Курс современной органической химии. М.: Высшая школа, 2003.
10. Лабораторные работы по органической химии./ под. ред. О.Ф. Гинзбурга, А.А. петрова. – М.: ВШ, 1974.
11. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии. - М.: ВШ, 1991.



**Карта учебно-методической обеспеченности  
дисциплины: Органическая химия соединений циклических соединений**

**БАКАЛАВРИАТ**

**Специальность: Химическая технология органических веществ**

| №  | Авторы и название учебника  | Количество книг в библиотеке КазНУ имени аль-Фараби |     |                |     | Количество книг после 2000 года |     |                |     |
|----|---|---|-----|----------------|-----|---------------------------------|-----|----------------|-----|
|    |   | основная  |     | дополнительная |     | основная                        |     | дополнительная |     |
|    |   | каз   | рус | каз            | рус | каз                             | рус | каз            | рус |
| 1  | Травень В.Ф. Орган.химия. М.: "Академкнига", 1,2том, 2004.                            |   | 74  |                |     |                                 | 74  |                |     |
| 2  | Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2000.                                     |   |     |                | 59  |                                 |     |                | 59  |
| 3  | Моррисон Р., Бойд Р. Орг. химия. М.: Мир, ВШ, 1974.                                   |   | 18  |                |     |                                 | 18  |                |     |
| 4  | Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Химия, 1990.                                     |   | 41  |                |     |                                 | 41  |                |     |
| 5  | Реутов О.А. Органическая химия. М., 2005.   |   | 53  |                |     |                                 | 53  |                |     |
| 6  | Гитис С.С. и др. Практикум по органической химии. Органический синтез, М., 1991       |   | 62  |                |     |                                 | 62  |                |     |
| 7  | Березин Б.Д. Курс современной орг.химии. М.: ВШ, 2003.                                |   |     |                | 45  |                                 |     |                | 45  |
| 8  | Иванов В.Г. Практикум по органической химии. М. 2000.                                 |   |     |                | 19  |                                 |     |                | 19  |
| 9  | Вейгандт-Хильгетаг Методы эксперимента в органической химии. М., 1968.                |   |     |                | 1   |                                 |     |                | 1   |
| 10 | Артеменко А. И. Органическая химия. М., 2005  |   |     |                | 9   |                                 |     |                | 9   |
| 11 | Иванов В. Г. и др. Практикум по органической химии. М., 2000                          |   |     |                |     |                                 |     |                | 19  |
| 12 | Юрьев Ю. К. и др. Практические работы по органической химии. М., 1969                 |   | 19  |                |     |                                 | 19  |                |     |
| 13 | Потапов В. М. Органическая химия. М., 1976  |   |     |                | 47  |                                 |     |                |     |
| 14 | Петров А. А. и др. Органическая химия. М., 1973                                       |   |     |                | 80  |                                 |     |                |     |
| 15 | Перекалин В. В., Зонис С. А.. Органическая химия. М., 1973                            |   |     |                | 23  |                                 |     |                |     |
| 16 | Каррер П. Курс органической химии. Л., 1962   |   |     |                | 18  |                                 |     |                |     |
| 17 | Днепровский А. С., Темникова, Т. И. Теоретические основы органической химии. Л., 1979 |   |     |                | 25  |                                 |     |                |     |
| 18 | Павлов Б. А., Терентьев А. П. Курс органической химии. М., 1972                       |   |     |                | 7   |                                 |     |                |     |
| 19 | Чичибабин А. Е. Основные начала органической химии. М., 1963                          |   |     |                | 20  |                                 |     |                |     |

## МАТЕРИАЛЫ ПО КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ

### Рубежный контроль 1.

Циклоалканы. Классификация и номенклатура моно- и бициклических углеводородов. Типы напряжения в циклах. Геометрическая и оптическая изомерия в алициклах. Особенности строения циклопропанового кольца. Конформационные особенности циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации кресла и ванны. Связи аксиальные экваториальные. Лабораторные и промышленные способы получения алициклов. Нафтены. Химические свойства малых циклов. Реакции присоединения и замещения: гидрирование и окисление циклопропана, присоединение бромистого водорода и галогенов. Взаимные переходы трех и четырехчленных циклов при перегруппировках Демьянова. Химические свойства обычных циклов. Реакции свободно-радикального замещения циклопентана и циклогексана. Гидрогенолиз и дегидрирование циклопентана и циклогексана. Ароматизация производных циклогексана. Технологическая схема, условия, катализаторы. Бициклические терпены и камфоры. Сексвитерпены. Политерпены. Каротиноиды. Стероиды.

Ароматические углеводороды. Ароматичность. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Бензоидные и небензоидные карбоциклические ароматические системы: циклопропенилий катион, тропиий катион, циклодиенилий - анион. Современные представления об ароматичности. Классификация бензоидных ароматических углеводородов.

Моноциклические ароматические углеводороды. о-,п- и м-Изомерия производных бензола. Номенклатура производных бензола. Строение бензола. Лабораторные и промышленные способы получения бензола. Ароматизация углеводородного сырья. Каталитический риформинг. Условия, катализаторы. Химические свойства производных бензола. Реакции без сохранения ароматичности: гидрирование, галогенирование, озonoлиз, окисление, изомеризация. Реакции с сохранением ароматичности. Реакции электрофильного присоединения. Общий механизм реакции.  $\pi$ - и  $\sigma$ -Комплексы. Влияние природы заместителя на место вхождения электрофила. Реакция сульфирования, нитрования, галогенирования, алкилирования, ацилирования толуола. Реакции радикального замещения в жирноароматических углеводородах. Реакции галогенирования, нитрования, дегидрирования и окисления.

Полиядерные ароматические соединения: дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен. Способы их получения. Особенности их строения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения. Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения. Реакции присоединения, окисления и гидрирования, диеновый синтез. Трифенилметан. Особые свойства метинового водорода. Трифенилметановый катион, анион, радикал. Причины их устойчивости.

Классификация и номенклатура гетероциклов. Роль гетероциклов в природе и производстве. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматичность и непредельность тиофена, фурана и пиррола. Способы получения тиофена, фурана и пиррола. взаимные переходы (реакция Юрьева). Химические свойства тиофена, фурана и пиррола. Основные и кислотные свойства. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов. Реакции гидрирования и окисления. Фуран и ацетилпиррол в диеновом синтезе. Реакции электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование; объяснение их ориентации. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Строение и биологической роли хлорофилла и гемоглобина.

Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола. Индол. Способы его получения. Реакции Фишера и Чичибабина. Химические свойства индола: восстановление, протонная подвижность NH-группы. Индолилмагнийбромид и индолилнатрий, их реакции. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола).

Пятичленные азотсодержащие гетероциклы с несколькими гетероатомами. Строение пиразола и имидазола; методы синтеза и их свойства. Лекарственные препараты на основе пиразола. Гистидин, гистамин, их биологическое действие.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура. Тетрагидропиран и пиперидин. Способы получения. Химические свойства. Обезболивающие вещества на основе пиперидина.

Ароматические гетероциклы. Пиридин. Синтез простейших производных пиридина. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, основные свойства атома азота. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, бромом. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование). Образование N-окси пиридина и ее использование в синтезах. Реакции с амидом натрия (Чичибабин), с едким кали, фениллитием; нуклеофильный механизм этих реакций. Протонная подвижность водорода в метильных группах  $\alpha$  и  $\gamma$ -пиколинов. их алкилирование.  $\alpha$ -Пиколины как метиленовые компоненты при конденсации с альдегидами. Таутомерия  $\alpha$  и  $\gamma$ -окси- и аминопиридинов. Хинолин. Синтезы по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Свойства атома азота, отношение к окислению и восстановлению. Реакции конденсации а-метилхинолина. 8-Оксихинолин, синтез и использование в аналитической практике.

## Рубежный контроль 2.

Галоидарены. Классификация галогенпроизводных, изомерия, способы получения галогенпроизводных ароматического рядов. Промышленный способ получения хлорбензола. Подвижность атома галогена в галоидаренах. Реакции замещения галогена в галоидаренах. Взаимодействие арилгалогенидов с металлами. Реакция Фиттига. Влияние атома галогена в галоидаренах на скорость электрофильного замещения. Порядок вступления заместителей в кольцо аренгалогенидов.

Циклические спирты. Номенклатура, изомерия; промышленные и лабораторные способы получения фенолов, нафтолов (получение фенола из бензола через бензолсульфокислоту, гидролизом хлорбензола, через гидроперекись изопропилбензола). Влияние фенола на природные системы организмов. Взаимное влияние гидроксила и ароматического ядра. Влияние заместителей на кислотность фенола. Реакции электрофильного замещения в феноле (нитрование, сульфирование, галогенирование). Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета: реакции Кольбе, Реймера-Тимана, Вильсмейера, Фриса, Гаттермана-Геша. Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Переработка фенола. Получение циклогексанола. Промышленное использование циклогексанола. Оксипиридины. Способы получения и химические свойства оксипиридинов. 4-оксипиперидины. Стереохимия 4-оксипиперидинов. Синтез обезболивающих веществ на основе 4-оксипиперидинов.

Циклические кетоны. Лабораторные и промышленные способы получения циклогексанона. Химические свойства циклогексанона. Промышленные схемы производства синтетических волокон из циклических кетонов. Ароматические кетоны и альдегиды. Номенклатура, изомерия ароматических альдегидов и жирно-ароматических кетонов. Основные промышленные и лабораторные методы синтеза оксосоединений ароматического ряда. Химические свойства оксосоединений ароматического ряда. Специфические свойства ароматических альдегидов: аутоокисление и хлорирование, конденсация с фенолами, анилином. Реакция Канницарро (прямая и перекрестная). Химические особенности жирно-ароматических кетонов (поведение в условиях альдольно-кетоновой конденсации), реакция Манниха, галогенирование в боковую цепь, восстановление. Оксимы жирно-ароматических кетонов. Бензофенон, его химические особенности: расщепление щелочью, фотовозбуждение. Реакции электрофильного замещения в ядре ароматических альдегидов и кетонов. Гетероциклические кетоны. Лабораторные способы гетероциклических кетонов. Промышленное использование гетероциклических кетонов.

Циклические кислоты и их производные. Номенклатура, изомерия, основные промышленные и лабораторные методы синтеза одноосновных и двухосновных карбоновых кислот алициклического, гетероциклического и ароматического рядов. Функциональные производные: соли, хлорангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы, азиды и др. Влияние

заместителей на константу диссоциации кислот. Общие представления о корреляционных уравнениях. Синтез и свойства различных функциональных производных. Соли: пиролиз и электролиз, реакции с алкил и ацилгалогенидами. Сложные эфиры. Механизм реакции этерификации. Гидролиз, аммонолиз и переэтерификация сложных эфиров. Нитрилы и амиды: их взаимные превращения. Алкоголиз и аммонолиз нитрилов. Перегруппировка амидов (Гофман) и азидов кислот (Курциус). Понятие о секстетных нуклеофильных перегруппировках. Бензойная кислота. Промышленные способы получения бензойной кислоты. Применение бензойной кислоты в процессах основного органического синтеза. Фталевая и терефталевая кислоты, их производные (фталеый ангидрид, фталимид, фталид). Полиэфирные волокна. Конденсация фталевого ангидрида с фенолами: синтез фенолфталеина и флуоресцина. Глифталевые смолы. Коричная, антралиловая, салициловая, галловая кислоты; их получение и использование в синтетической практике и народном хозяйстве. Никотиновая и изоникотиновая кислоты. Лекарственные препараты на основе гетероциклических кислот.

Азотсодержащие циклические соединения. Нитросоединения. Номенклатура и изомерия нитропроизводных. Промышленные и лабораторные методы синтеза ароматических и гетероциклических нитросоединений. Условия нитрования бензола, толуола, нитробензола, нафталина, пиррола и пиридина. Механизмы реакций. Схема получения важнейших продуктов нитрования. Технологическая схема нитрования бензола. Реакции нуклеофильного замещения водорода в нитробензоле и галогена в галоиднитробензолах. Комплексы Мейзенгеймера. Восстановление ароматических нитросоединений. Ход реакции в кислой и щелочной средах. Свойства промежуточных продуктов восстановления, их перегруппировки.

Амины. Изомерия и номенклатура ароматических аминов. Промышленные и лабораторные методы синтеза анилина и его гомологов, нафтиламинов. Основные и нуклеофильные свойства ароматических аминов. Зависимость основности аминов от их строения (числа и природы заместителей при атоме азота). Реакции с участием аминогруппы. Алкилирование и ацилирование анилина. Окисление аминов. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой, арилсульфохлоридами. Нитрозирование моно- и диалкиланилинов. Свойства нитрозопроизводных. Образование изонитрилов и их свойства. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра: реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование, нитрование) в анилине. Защита аминогруппы. Промышленные схемы использования анилина в производствах основного органического синтеза.

Диазосоединения. Синтез диазосоединений ароматического ряда. Механизм реакции диазотирования. Таутомерия диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на водород,

гидроксил, галогены, циан- и нитрогруппы. Синтез металлорганических соединений (реакция Несмеянова). Реакции радикального арилирования ароматических ядер и непредельных соединений. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление, образование триазенов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Диазо- и азосоставляющие, условия азосочетания. Азокрасители. Связь между окраской и строением. Индикаторные переходы.

Серосодержащие циклические соединения. Сульфокислоты ароматического и гетероциклического рядов, их строение, получение. Сульфирование бензола и его гомологов, нафталина (кинетический и термодинамический контроль), тиофена, пиррола, фурана и пиридина. Электрофильное и нуклеофильное замещение сульфогруппы, ее элиминирование. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: хлорангидридов, амидов, сложных эфиров. Моющие и лекарственные средства на основе производных сульфокислот. Химическая схема производства додецилсульфоната натрия (ДДСNa).

## **. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

- 1.** Классификация и номенклатура моно- и бициклических углеводородов. Типы напряжения в циклах. Особенности строения циклопропанового кольца.
- 2.** Конформационные особенности циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации кресла и ванны. Связи аксиальные экваториальные. Геометрическая и оптическая изомерия в алициклах.
- 3.** Лабораторные и промышленные способы получения алициклов. Нафтены.
- 4.** Химические свойства малых циклов. Реакции присоединения и замещения: гидрирование и окисление циклопропана, присоединение бромистого водорода и галогенов. Взаимные переходы трех и четырехчленных циклов при перегруппировках Демьянова. Химические свойства обычных циклов. Реакции свободно-радикального замещения циклопентана и циклогексана. Гидрогенолиз и дегидрирование циклопентана и циклогексана. Ароматизация производных циклогексана.
- 5.** Ароматичность. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Бензоидные и небензоидные карбоциклические ароматические системы: циклопропенилий катион, тропиий катион, циклодиенилий - анион. Современные представления об ароматичности.
- 6.** Классификация бензоидных ароматических углеводородов. Моноциклические ароматические углеводороды. о-,п- и м-Изомерия производных бензола. Номенклатура производных бензола.
- 7.** Строение бензола. Лабораторные и промышленные способы получения бензола. Ароматизация углеводородного сырья. Каталитический риформинг. Условия, катализаторы.
- 8.** Химические свойства производных бензола. Реакции без сохранения ароматичности: гидрирование, галогенирование, озонлиз, окисление, изомеризация. Реакции с сохранением ароматичности. Реакции электрофильного присоединения. Общий механизм реакции.  $\pi$ - и  $\sigma$ -Комплексы. Влияние природы заместителя на место вхождения электрофила.
- 9.** Реакция сульфирования, нитрования, галогенирования, алкилирования, ацилирования толуола. Реакции радикального замещения в жирноароматических углеводородах. Реакции галогенирования, нитрования, дегидрирования и окисления.
- 10.** Полиядерные ароматические соединения: дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен. Способы их получения. Особенности их строения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения. Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения. Реакции присоединения, окисления и гидрирования, диеновый синтез.
- 11.** Трифенилметан. Особые свойства метинового водорода. Трифенилметановый катион, анион, радикал. Причины их устойчивости.
- 12.** Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура пятичленных гетероциклов.

- 13.** Ароматичность и непредельность тиофена, фурана и пиррола. Способы получения тиофена, фурана и пиррола. Взаимные переходы (реакция Юрьева).
- 14.** Химические свойства тиофена, фурана и пиррола. Основные и кислотные свойства. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов. Реакции гидрирования и окисления. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой.
- 15.** Фуран и ацетилпиррол в диеновом синтезе. Реакции электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование; объяснение их ориентации.
- 16.** Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола. Индол. Способы его получения. Реакции Фишера и Чичибабина. Химические свойства индола: восстановление, протонная подвижность NH-группы. Индолилмагнийбромид и индолилнатрий, их реакции. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола).
- 17.** Шестичленные кислородсодержащие гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура. Пиран,  $\alpha$  и  $\gamma$ -пироны. Аномерный эффект. Пиранозные формы моносахаридов. Гликозиды. Основные свойства  $\gamma$ -пиранов, образование пириллиевых солей.
- 18.** Пиридин. Синтез простейших производных пиридина. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, основные свойства атома азота. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, бромом. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование).
- 19.** Образование N-окиси пиридина и ее использование в синтезах. Реакции с амидом натрия (Чичибабин), с едким кали, фениллитием; нуклеофильный механизм этих реакций. Протонная подвижность водорода в метильных группах  $\alpha$  и  $\gamma$ -пиколинов.
- 20.** Хинолин. Синтезы по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Свойства атома азота, отношение к окислению и восстановлению. Реакции конденсации а-метилхинолина. 8-Осихинолин, синтез и использование в аналитической практике.
- 21.** Циклические галогенпроизводные. Классификация галогенпроизводных. Изомерия карбоциклических и ароматических галогенпроизводных. Лабораторные и промышленные способы получения циклических галогенпроизводных.
- 22.** Химические свойства циклических галогенпроизводных. Характеристика связей C-Hal. Реакционная способность связей C-Hal. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена на другую функциональную группу. Общие закономерности реакций нуклеофильного замещения. Реакции внедрения. Взаимодействие галогенпроизводных с щелочными и щелочно-земельными металлами. Синтез реактивов Фиттига. Реакции



электрофильного замещения в ряду галогенаренов.

**23.** Циклические спирты, простые эфиры и фенолы. Классификация соединений. Изомерия циклических, ароматических спиртов и простых эфиров.

**24.** Лабораторные и промышленные способы получения циклических спиртов и фенолов. Окисление ароматических углеводов.

**25.** Химические свойства циклических спиртов и фенолов. Характеристика связей О-Н, С-О. Кислотно-основные свойства циклических спиртов и фенолов. Алкоголяты и спирты как основания. Влияние природы заместителя на кислотность и основность циклических спиртов и фенолов.

**26.** Реакции с разрывом связи О-Н. Замена атома водорода на металл и гипогалогенид.

**27.** Реакции без разрыва связей О-Н и С-О. Реакции электрофильного замещения фенолов. Реакции электрофильного замещения в феноле (нитрование, сульфирование, галогенирование).

**28.** Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета: реакции Кольбе, Реймера-Тимана, Вильсмейра, Фриса, Гаттермана-Геша. Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом.

**29.** Циклические простые эфиры. Способы получения простых эфиров. Промышленное значение тетрагидрофурана и диоксана.

**30.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические альдегиды и кетоны. Номенклатура, изомерия альдегидов и кетонов. Основные промышленные и лабораторные методы синтеза оксосоединений карбоциклического, гетероциклического и ароматического рядов.

**31.** Реакции кето-формы. Реакции нуклеофильного присоединения по С=О группе: синтез циангидринов, бисульфитных производных, ацеталей, кеталей. Взаимодействие с металлорганическими соединениями: синтезы спиртов. Реакции с пятихлористым фосфором, азотистыми основаниями. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов и углеводов. Восстановление комплексными гидридами.

**32.** Реакции енольной и енолятных групп. Галоформная реакция, нитрозирование, альдольно-кетоновая конденсация, реакция Манниха. Восстановительное аминирование кетонов.

**33.** Окисление альдегидов до кислот. Окисление кетонов. Реакции электрофильного замещения в ряду ароматических альдегидов и кетонов. Бензофенон, его химические особенности: расщепление щелочью, фотовозбуждение.

**34.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот. Номенклатура и изомерия карбоновых кислот.

**35.** Основные промышленные и лабораторные методы синтеза карбоновых кислот карбоциклического, гетероциклического и ароматического рядов.

**36.** Химические свойства карбоновых кислот. Влияние природы заместителя в кольце на константу диссоциации кислоты. Реакции нуклеофильного

- присоединения по карбонильной группе: синтез сложных эфиров, амидов.
- 37.** Реакции по О-Н связи карбоксильной группы: взаимодействие с галогенангидридами сернистой и фосфорной кислот. Синтез галогенангидридов.
- 38.** Реакции электрофильного замещения в ряду ароматических кислот. Коричная, антралиловая, салициловая, галловая и никотиновая кислоты; способы получения и использование в синтетической практике и народном хозяйстве.
- 39.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические нитросоединения. Номенклатура и изомерия нитропроизводных.
- 40.** Промышленные и лабораторные методы синтеза циклических и ароматических нитросоединений. Условия нитрования циклоалканов, бензола, толуола, нитробензола, нафталина. Механизмы реакций.
- 41.** Схема получения важнейших продуктов нитрования. Технологическая схема нитрования бензола.
- 42.** Строение нитрогруппы (семиполярная связь, мезомерия). Свойства циклических и ароматических нитро- соединений. Комплексы Мейзенгеймера.
- 43.** Восстановление ароматических нитросоединений. Ход реакции в кислой и щелочной средах. Свойства промежуточных продуктов восстановления, их перегруппировки.
- 44.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические амины. Изомерия и номенклатура циклических и ароматических аминов.
- 45.** Промышленные и лабораторные методы синтеза циклических аминов, анилина и его гомологов, нафтиламинов.
- 46.** Основные и нуклеофильные свойства циклических и ароматических аминов. Зависимость основности аминов от их строения.
- 47.** Реакции с участием аминогруппы. Алкилирование и ацилирование гетероциклических аминов, анилина. Получение и распад солей и гидроокисей четвертичных аммониевых оснований (реакции Гофмана).
- 48.** Окисление аминов. Нитрозирование моно- и диалкиланилинов. Свойства нитрозопроизводных. Образование изонитрилов и их свойства.
- 49.** Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра: реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование, нитрование) в анилине. Защита аминогруппы.
- 50.** Пиперидин и его производные. Способы получения. Биологическая и поверхностная активность производных пиперидина.
- 51.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические diazosоединения. Устойчивость diazosоединений. Синтез diazosоединений ароматического ряда. Механизм реакции diaзотирования. Таутомерия diazosоединений.
- 52.** Химические реакции ароматических diazosоединений. Реакции diazosоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на водород, гидроксил, галогены, циан- и нитрогруппы. Синтез металлорганических

соединений (реакция Несмеянова). Реакции радикального арилирования ароматических ядер и непредельных соединений.

**53.** Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление, образование триазенов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Диазо- и азосоставляющие, условия азосочетания. Азокрасители. Связь между окраской и строением. Индикаторные переходы.

**54.** Карбоциклические, гетероциклические и ароматические серусодержащие соединения. Классификация серусодержащих соединений. Номенклатура сероорганических соединений.

**55.** Сульфокислоты циклического и ароматического рядов. Способы получения. Сульфирование бензола и его гомологов, нафталина (кинетический и термодинамический контроль). Технологическая схема парофазного сульфирования бензола.

**56.** Химические свойства сульфокислот. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: хлорангидридов, амидов, сложных эфиров. Нуклеофильное замещение сульфогруппы в ароматических сульфопроизводных. Моющие и лекарственные средства на основе производных сульфокислот.