

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

_____ Попов В. Н.

«31» марта 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по научной специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.6.10 Технология органических веществ

Воронеж 2022

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.6.10 Технология органических веществ.

Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание:

1. Процессы дегидрирования и гидрирования органических соединений.

1.1. Физико-химические основы процессов дегидрирования и гидрирования.

Химизм процесса термического дегидрирования.

Термодинамика реакций дегидрирования и гидрирования соединений алифатического и ароматического ряда. Влияние температуры и давления на выход целевого продукта. Основные типы катализаторов процесса гидрирования и дегидрирования углеводородов.

1.2. Технологии производств:

Получение этилена из этана, этилена и пропилена из пропана и бутана. Получение бутадиена-1,3 из бутана. Получение изопрена из изопентана. Получение изобутилена из изобутана. Получение стирола из этилбензола.

2. Процессы гидратации и дегидратации органических соединений.

2.1. Гидратация и дегидратация этиленовых и ацетиленовых углеводородов.

Химизм и теоретические основы процессов гидратации и дегидратации. Влияние температуры, давления и строения ненасыщенного углеводорода на выход продукта. Основные типы кислотных катализаторов процессов гидратации и дегидратации. Жидкофазная и парофазная дегидратация.

2.2. Технологии получения этилового, изопропилового и трет-бутилового спиртов реакцией гидратации соответственно этилена, пропилена и изобутилена.

2.3. Технология получения уксусного альдегида реакцией гидратации ацетилена.

2.4. Дегидратация карбоновых кислот.

Получение кетена и уксусного ангидрида из уксусной кислоты.

3. Процессы галогенирования органических соединений.

Классификация реакций галогенирования по механизму процесса. Галогенирующие агенты.

3.1. Хлорирование насыщенных углеводородов и их хлорпроизводных.

Химизм и теоретические основы процесса. Технологии жидкофазного и газофазного хлорирования и термического расщепления хлорпроизводных. Технологии производства хлорпроизводных метана.

3.2. Хлорирование ненасыщенных углеводородов.

3.2.1. Хлорирование олефинов с замещением водорода галогеном у насыщенного атома углерода.

Химизм и теоретические основы процесса. Получение хлористого аллила из пропилена.

3.2.2. Присоединение галогена по ненасыщенной связи алкена.

Химизм и теоретические основы процесса. Технология производства 1,2-дихлорэтана из этилена.

3.2.3. Реакции хлоргидрирования.

Химизм и теоретические основы процесса. Получение хлоргидринов глицерина из хлористого аллила и аллилового спирта.

3.2.4. Реакции гидрогалогенирования.

Химизм и теоретические основы процесса. Получение хлористого этила из этилена. Гидрохлорирование ацетиленовых углеводородов и технология производства хлористого винила из ацетилена.

3.3. Хлорирование ароматических углеводородов.

3.3.1. Замещение атома водорода бензольного кольца.

Химизм и теоретические основы процесса. Получение хлорбензола из бензола, хлорфенолов из фенола.

3.3.2. Замещение атома водорода в углеводородном радикале алкилбензолов.

Химизм и теоретические основы процесса. Хлорирование толуола.

3.3.3. Присоединение хлора к ароматическому ядру.

Получение гексахлорциклогексана.

3.4. Хлорирование функциональных производных углеводородов.

3.4.1. Замещение гидроксильной группы спиртов на галоген.

Химизм и теоретические основы процесса. Галогенирующие реагенты. Влияние строения спирта на скорость реакции. Технологические приемы смещения равновесного процесса. Получение бромистого метила и бромистого этила.

3.4.2. Замещение атомов водорода аллильной группы алифатических оксосоединений и карбоновых кислот.

Химизм и теоретические основы процесса. Образование енольных соединений. Получение хлораля из этилового спирта. Получение хлоруксусных кислот из уксусной кислоты.

3.4.3. Хлорирование амидов карбоновых кислот.

Получение хлорамида бензолсульфокислоты (хлорамин Б) и хлорамида толуолсульфокислоты (хлорамин Т).

4. Гидролиз функциональных производных углеводов.

4.1. Гидролиз и щелочное дегидрогалогенирование галогенпроизводных.

Химизм и теоретические основы гидролиза хлорпроизводных. Реакции замещения и отщепления.

4.1.1. Щелочное дегидрохлорирование с образованием хлоролефинов. Производство винилиденхлорида из трихлорэтана.

4.1.2. Щелочное дегидрохлорирование с образованием альфа-окисей.

Получение окиси этилена из этилена, окиси пропилена из пропилена, эпихлоргидрина из хлористого аллила.

4.1.3. Гидролиз хлорпроизводных углеводов.

Получение изомерных амиловых спиртов щелочным гидролизом хлорпентанов. Получение аллилового спирта гидролизом хлористого аллила. Получение фенола щелочным гидролизом хлорбензола.

4.2. Гидролиз нитрилов.

Химизм процесса. Кислотный и щелочной гидролиз. Получение карбоновых кислот из нитрильных соединений. Синтез адипиновой кислоты из бутадиена-1,3 через адиподинитрил. Получение амидов и эфиров акриловой и метакриловой кислоты.

4.3. Гидролиз жиров.

Химизм и теоретические основы процесса гидролиза сложных эфиров и жиров. Гидролиз природных жиров с получением глицерина и солей жирных кислот с щелочными металлами.

4.4. Гидролиз полисахаридов.

Гидролиз крахмала и целлюлозы. Химизм и теоретические основы процесса гидролиза. Получение глюкозы.

4.5. Гидролиз алкилсульфатов.

Химизм и теоретические основы процесса. Получение алифатических спиртов из алкенов с использованием алкилсульфатов.

5. Процессы ацилирования органических соединений.

5.1. Ацилирование гидроксилсодержащих соединений.

Реакция этерификации. Химизм и теоретические основы процесса. Влияние химического строения молекул спирта и карбоновой кислоты на константу равновесия реакции этерификации. Особенности применения в качестве ацилирующих реагентов ангидридов и хлорангидридов карбоновых кислот, кетена. Ацилирование гидроксильной группы фенолов. Основные технологические способы повышения степени конверсии исходных реагентов в сложные эфиры. Реакции переэтерификации, алкоголиз и ацидолиз сложных эфиров. Катализаторы процессов ацилирования. Особенности технологий получения высококипящих эфиров малолетучих карбоновых кислот (в том числе двухосновных кислот) и малолетучих спиртов (в том числе двух- и трехатомных спиртов). Технология производства эфиров средней летучести (бутил- и амилацетаты). Технология производства легколетучего этилацетата. Производство ацетилсалициловой кислоты. Получение винилацетата из ацетилена и уксусной кислоты.

5.2. Ацилирование аммиака, первичных и вторичных аминов (амидирование).

Химизм и теоретические основы процесса амидирования. Технологические приемы повышения конверсии. Использование карбоновых кислот, ангидридов кислот и сложных эфиров в качестве ацилирующих реагентов. Получение диметилформамида из диметиламина и эфира муравьиной кислоты. Получение α -пирролидона и N-метилпирролидона взаимодействием внутреннего эфира гидроксикарбоновых кислот (лактонов) с аммиаком или метиламином. Получение капролактама из капролактона и аммиака. Получение полиамида (найлона 6.6) взаимодействием адипиновой кислоты с гексаметилендиамином.

6. Процессы алкилирования органических соединений.

6.1. Алкилирование по атому углерода.

Алкилирующие агенты и катализаторы.

6.1.1. Алкилирование бензольного кольца ароматических соединений.

6.1.1.1. Алкилирование ароматических углеводородов.

Химизм и теоретические основы процесса. Изомеризация алкилирующих реагентов, реакции переалкилирования. Выбор соотношения реагентов. Технология производства этилбензола и изопропилбензола.

6.1.1.2. Алкилирование фенолов.

Особенности алкилирования бензольного кольца фенольных соединений. Алкилирующие реагенты. Катализаторы и условия реакции. Технология алкилирования фенола алкенами.

6.1.2. Алкилирование изоалканов.

Химизм и теоретические основы процесса. Катализаторы алкилирования изопарафинов. Технология получения изооктана алкилированием изобутана н-бутиленом.

6.2. Алкилирование по атомам кислорода и серы.

6.2.1. Алкилирование по атому кислорода.

Использование алкилхлоридов в качестве алкилирующих реагентов. Влияние кислотности на эффективность алкилирования гидроксильной группы спиртов, гликолей и фенолов. Использование монохлорацетата натрия в качестве алкилирующего реагента ди- и трихлорфенолятов натрия для получения гербицидов.

6.2.2. Алкилирование по атому серы.

Химизм процесса алкилирования гидросульфида натрия алкилхлоридами. Образование диалкилсульфидов. Радикально-цепное присоединение сероводорода к алкенам в жидкой фазе при ультрафиолетовом облучении. Получение этил- и амилмеркаптана. Получение изододецилмеркаптана взаимодействием сероводорода и алкена.

6.3. Алкилирование атома азота аммиака и аминов.

Использование алкилхлоридов и алифатических спиртов в качестве реагентов алкилирования. Химизм и теоретические основы процесса. Катализаторы процесса. Технологии синтеза алкиламинов из хлорпроизводных и спиртов.

7. Процессы сульфирования ароматических углеводородов.

Агенты сульфирования. Химизм и теоретические основы процесса. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость процесса и

соотношение изомеров продуктов реакции. Сульфирование алкилбензолов. Сульфирование нафталина. Влияние кинетических и термодинамических факторов на строение продуктов реакции. Применение процесса сульфирования для синтеза фенола, резорцина, крезолов и нафтолов.

8. Процессы нитрования углеводородов.

8.1. Нитрование алифатических углеводородов.

Химизм и теоретические основы процесса. Влияние строения углеводорода на состав продуктов реакции. Особенности процесса высокотемпературного газофазного нитрования. Жидкофазное нитрование парафинов с высокой молекулярной массой парами азотной кислоты. Жидкофазное нитрование низкокипящих углеводородов с применением повышенного давления.

8.2. Нитрование ароматических углеводородов и их функциональных производных.

Химизм и теоретические основы процесса. Нитрование бензола и алкилбензолов. Нитрование фенолов.

9. Процессы окисления органических соединений.

9.1. Окисление насыщенных углеводородов.

Химизм и теоретические основы процесса окисления парафинов кислородом воздуха. Окисление без деструкции углеродной цепи и деструктивное окисление. Влияние концентрации кислорода в воздухе и температуры процесса на состав продуктов окисления. Газофазное окисление пропана и бутана для получения спиртов, альдегидов и карбоновых кислот. Жидкофазное окисление н-бутана в присутствии катализаторов в уксусную кислоту. Технология производства жидкофазного окисления твердого парафина кислородом воздуха в присутствии катализатора в высшие жирные кислоты.

9.2. Окисление насыщенных циклоалканов.

Особенности окисления циклопарафинов кислородом воздуха. Окисление циклогексанола и далее до циклогексанона. Технология получения адипиновой кислоты.

9.3. Окисление ненасыщенных углеводородов.

9.3.1. Окисление алкенов по насыщенному атому углерода.

Химизм и теоретические основы процесса. Влияние катализаторов на состав продуктов окисления. Окисление пропилена до акролеина. Окисление изобутилена до метакролеина. Окисление н-бутилена до малеинового ангидрида.

9.3.2. Окисление алкенов по ненасыщенному атому углерода.

Химизм и теоретические основы процесса окисления по Шмидту. Реакционная способность алкенов различного строения при окислении по Шмидту и состав продуктов реакции. Технология окисления этилена до уксусного альдегида.

9.3.3. Эпоксидирование и гидроксילирование алкенов.

Метод эпоксидирования алкенов перекисными кислотами (надкислотами) по реакции Прилежаева. Основные закономерности процесса. Образование альфа-окисей под действием перекисной вольфрамовой кислоты (надвольфрамовой кислоты). Получение этиленгликоля из альфа-окиси. Бесхлорный метод синтеза глицерина из пропилена через аллиловый спирт.

9.4. Окисление ароматических углеводов.

9.4.1. Окисление алкилбензолов до гидроперекисей.

Химизм и теоретические основы процесса. Разложение гидроперекисных соединений алкилбензолов. Технология получения гидроперекиси изопропилбензола. Технология совместного производства фенола и ацетона.

9.4.2. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот.

Основные закономерности процесса. Катализаторы окисления. Влияние строения алкильных групп на окислительный процесс. Окисление моно- и диалкилбензолов до карбоновых кислот. Влияние карбоксильной и сложноэфирной группы в бензольном кольце на скорость окисления углеводородного радикала алкилбензола. Технология получения бензойной кислоты из толуола. Технология получения диметилтерефталата.

9.4.3. Окисление ароматического ядра бензола и нафталина.

Основные закономерности процесса. Технология парофазного окисления бензола и нафталина до малеинового и фталевого ангидридов.

9.5. Окисление альдегидов.

Основные закономерности процесса. Катализаторы процесса окисления. Технология производства уксусной кислоты из уксусного альдегида.

10. Синтезы на основе окиси углерода.

10.1. Синтезы с использованием окиси углерода и водорода для получения алифатических углеводов и спиртов.

Основные закономерности процесса получения углеводов по Фишеру-Тропшу. Технология синтеза углеводов. Технология синтеза метанола.

10.2. Оксосинтез.

Химизм и теоретические основы гидрокарбонилирования олефинов. Технология получения альдегидов и карбоновых кислот.

11. Технологии выделения из природного сырья и получения биологически активных органических соединений.

Экстракционный метод выделения органических соединений из сырья животного и растительного происхождения. Выбор экстрагента. Условия концентрирования экстрактов биологически активных соединений. Гидролиз природного сырья. Способы очистки целевого продукта от примесей.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Журавлев, В. А. Химия и технология органических веществ: учебное пособие : учебное пособие / В. А. Журавлев, Т. С. Котельникова. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. - 215 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/6641>

2. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 896 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/211751>

3. Мирошников, А. М. Основы технологии органических веществ и полимеров : учебное пособие / А. М. Мирошников, С. В. Орехова. - Кемерово : КемГУ, 2013. - 109 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/45631>

4. Тюрин, Ю. Н. Катализ в технологии органических веществ : учебное пособие / Ю. Н. Тюрин. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. - 143 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/6645>

5. Субачева, М. Ю. Химическая технология органических веществ. Часть 1 : учебное пособие/ М. Ю. Субачева, В.С. Орехов, К. В. Брянкин, А.

А. Дегтярев. – Тамбов: ТГТУ, 2012. – 172 с.

6. Дьячкова, Т. П. Химическая технология органических веществ. Ч. 2 : учебное пособие / Т. П. Дьячкова, В. С. Орехов, К. В. Брянкин, М. Ю. Субачева. – Тамбов : ТГТУ, 2008. – 100 с.

7. Субачева, М. Ю. Химическая технология органических веществ. Ч. 3 : учебное пособие / М. Ю. Субачева, А. П. Ликсутина, М. А. Колмакова, А. А. Дегтярев. – Тамбов : ТГТУ, 2008. – 100 с.

Дополнительная:

1. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. – 3 изд. доп. и пер. СПб : Лань, 2014. – 887 с.

2. Климентова, Г. Ю. Основы технологии органического синтеза: учебное пособие / Г. Ю. Климентова, М. В. Журавлева. – Казань: КГТУ, 2008. – 93 с.

Примерный образец контрольно-измерительного материала

Минобрнауки России
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Экзаменационный билет № 1

1. Окисление алкенов по ненасыщенному атому углерода. Химизм и теоретические основы процесса окисления по Шмидту. Реакционная способность алкенов различного строения и состав продуктов реакции. Технология окисления этилена до уксусного альдегида.

2. Гидролиз полисахаров. Гидролиз крахмала и целлюлозы. Химизм и теоретические основы процесса. Получение глюкозы.

3. Алкилирование фенолов. Особенности алкилирования бензольного кольца фенольных соединений. Алкилирующие реагенты. Катализаторы и условия реакции. Технология алкилирования фенола алкенами.