

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИОС УрО РАН
д.х.н. _____ Е.В. Вербицкий
Приказ от 04.03.2022 г. № 22

ОДОБРЕНО:
Ученым советом
ИОС УрО РАН
« 04 » марта 2022 г.
Протокол № 3

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органического синтеза им. И.Я. Пастера
Уральского отделения Российской академии наук
(ИОС УрО РАН)

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

для обучения
по основной образовательной программе высшего образования - программе подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре института
по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ

дисциплина «ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»

Шифр и название области науки 2. Технические науки

Шифр и название группы научных специальностей 2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия

Шифр и название научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ

Отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени Технические Химические

Форма обучения – Очная

Срок обучения – 4 года

Екатеринбург - 2022

Программа вступительного экзамена по дисциплине «Технология органических веществ» для обучения по основной образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре института по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ.

Программа разработана:

в.н.с. ИОС УрО РАН д.х.н., проф.

зав. отделом аспирантуры ИОС УрО РАН к.т.н., доц.

В.И. Филяковой

Л.Н. Глазыриной

Содержание

1. Общие сведения	4
2. Содержание программы	4
3. Критерии оценки знаний поступающих	7
4. Список рекомендуемой литературы	7
5. Программное обеспечение и интернет-ресурсы	8

1. Общие сведения

Программа определяет требования к содержанию вступительного испытания по дисциплине «Органическая химия» в аспирантуру ИОС УрО РАН по научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ.

Программа составлена:

- в соответствии с:

- постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»,

- приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»,

- требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (уровень магистратуры и специалитета) к программе курса по дисциплине «Технология органических веществ»;

- с учетом:

- паспорта научной специальности 2.6.10. Технология органических веществ,
- особенностей тематики сложившейся научно-педагогической школы института.

2. Содержание программы

1. Общие вопросы

Возникновение и развитие производства органических соединений. Роль отечественных ученых в создании научного подхода к решению технологических проблем производств органического синтеза. Связь отдельных отраслей промышленности органического синтеза.

Основные направления создания новых органических материалов.

2. Сырье для промышленности органического синтеза

Структура сырьевой базы: нефть и продукты ее переработки, продукты коксохимического производства, природный и попутный газ, лесохимическое и сельскохозяйственное сырье.

Экономическая эффективность комплексного использования всех видов сырья и вторичных сырьевых ресурсов.

3. Химические процессы, применяемые в промышленном органическом синтезе

Классификация методов получения органических соединений. Применение реакций электрофильного, нуклеофильного и радикального замещения. Механизмы, кинетика и термодинамика этих реакций. Особенности их промышленной реализации. Основы техники безопасности. Рациональное решение экологических проблем. Принципы построения технологических схем. Методологические подходы к анализу проектных решений. Основы технико-экономического анализа.

4. Сульфирование органических соединений

Значение реакции сульфирования. Сульфирующие агенты. Механизм, кинетика и основные факторы процесса сульфирования. Методы контроля. Побочные реакции. Особенности сульфирования представителей отдельных классов. Теоретический и прикладной аспекты.

Методы выделения сульфокислот, их зависимость от свойств последних. Техника безопасности. Вопросы экологии.

Хлорсульфирование. Значение реакции в синтезе сульфокислот и сульфохлоридов.

Хлорсульфирование ароматических углеводородов.

5. Нитрование и нитрозирование

Нитрующие агенты, их влияние на механизм, кинетику и основные факторы процесса нитрования. Методы контроля. Побочные реакции. Особенности нитрования различных классов соединений. Теоретический и прикладной аспекты. Технология нитрования непрерывным и периодическим методами. Техника безопасности и вопросы промэкологии.

Нитрозирование. Особенности нитроирования фенолов, вторичных и третичных ароматических аминов. Промышленная значимость реакции.

6. Галогенирование

Область применения реакции галогенирования. Хлорирование. Агенты хлорирования. Основные факторы хлорирования. Механизм и кинетика процесса. Особенности галогенирования производных бензола, нафталина и антрахинона. Теоретический и прикладной аспекты. Хлорирование толуола в ядро и в боковую цепь. Технология процесса.

Бромирование. Агенты. Прямое и косвенное бромирование. Особенности технологического оформления процесса.

Фторирование органических соединений. Современная практика и перспективы промышленного применения фторпроизводных (фреоны, высокотемпературные смазки, пластмассы, красители и др.). Техника безопасности процессов галогенирования. Вопросы промэкологии.

7. Восстановление

Области и перспективы применения. Восстановление железом в среде электролита, металлами в кислой и щелочной среде. Применение соединений двухвалентной серы в качестве агентов восстановления. Восстановление бисульфитом и дитионитом натрия. Каталитическое жидкофазное и газофазное восстановление водородом, механизм, кинетика и факторы процесса. Особенности технологического оформления.

Электрохимическое восстановление нитросоединений. Область и перспективы применения. Теоретические и прикладные аспекты. Особенности технологического оформления процесса. Достоинства и недостатки метода.

Техника безопасности и вопросы промэкологии в процессах восстановления.

8. Замещение сульфогруппы

Область применения. Кинетика и механизм реакции. Основные факторы и контроль процесса. Побочные реакции. Особенности технологического оформления. Техника безопасности и вопросы промэкологии.

9. Замещение атома галогена в ароматическом кольце

Область применения реакции. Отличие ароматических галоген-замещенных от алкилгалогенидов. Активация замещения атома галогена в ядре другими заместителями. Обмен атома галогена на азот-, кислород- и серусодержащие группы. Каталитические и некаталитические реакции. Кинетика и механизм. Теоретические и прикладные аспекты.

Техника безопасности и вопросы промэкологии процессов обмена галогена в органических соединениях.

10. Взаимные превращения amino- и гидроксисоединений

Кислотный гидролиз аминогруппы. Зависимость условий реакции от природы амина. Амнирование гидроксисоединений. Аммиак и сульфит аммония - реагенты амнирования. Стадии процесса и пределы применимости бисульфитной реакции.

11. Замещение в функциональных группах ароматических соединений

Реакция алкилирования аминов, фенолов и тиофенолов. Общая схема, механизм и кинетика реакции. Цели алкилирования, обусловленные изменением свойств аминов и

фенолов. Алкилирующие средства (спирты, алкилгалогениды, алкил- и диалкилсульфаты, эфиры арилсульфокислот). Введение арилалкильных остатков при помощи лейкотропов. Особенности алкилирования аминов и фенолов. Получение смешанных алкильных производных аминифенолов. Кинетика и механизм реакции. Практически важные случаи алкилирования.

Ацилирование ароматических аминов и фенолов. Значение реакции. Ацилирующие агенты (кислоты, их ангидриды, галогенангидриды, эфиры, кетен и дикетен). Кинетика и механизм реакции. Основные факторы ацилирования. Вопросы техники безопасности и промэкологии реакций алкилирования и ацилирования.

12. Применение реакций окисления в органическом синтезе.

Окислительные агенты и методы окисления органических соединений. Окисление боковой цепи. Получение альдегидов и карбоновых кислот. Деструктивное окисление жирноароматических соединений. Окисление аценафтена до аценафтенхинона и нафталевой кислоты. Получение фенола окислением бензола и кумола. Техно-экономическое сравнение методов его получения. Получение 1,4,5,8-нафталинтетракарбоновой кислоты окислением пирена.

Каталитические методы окисления. Механизм, кинетика, катализаторы. Жидкофазные и газофазные процессы. Особенности их технологического оформления. Производство фталевого ангидрида, бензойной кислоты, антрахинона. Основные факторы проведения процесса. Побочные реакции. Техно-экономические аспекты. Вопросы техники безопасности и промэкологии.

13. Реакции конденсации в органическом синтезе.

Общее понятие. Циклические и нециклические конденсации. Области применения. Конденсирующие средства.

Нециклические конденсации. Реакции С-алкилирования и С-ацилирования по Фриделю-Крафтсу. Механизм и условия проведения реакций. Применение в синтезе ароматических кетонов, алкилбензолов. Конденсации с альдегидами и кетонами. Введение карбоксильной группы в ядро ароматических гидроксисоединений. Механизм реакции. Получение салициловой, 2,3-гидроксиафтойной кислот. «Изомеризация» солей карбоновых кислот. Окислительные конденсации. Механизм и условия реакций. Получение 4,4'-динитростильбен-2,2'-дисульфокислоты, хинизарина, бензантрона, полициклических систем.

Циклические конденсации. Реакция внутримолекулярного ацилирования. Механизм и условия реакций. Применение в синтезе производных антрахинона, индигоидных и тиюиндигоидных систем.

Особенности реализации реакций в промышленных условиях. Вопросы техники безопасности и промэкологии.

14. Внутримолекулярные перегруппировки и их применение

Перегруппировки Гофмана, Бекмана и Гаттермана, бензидиновая перегруппировка. Механизмы и условия превращений. Промышленное значение реакций. Вопросы техники безопасности и промэкологии.

15. Основы электрохимического синтеза органических соединений

Общие понятия. Области применения. Теоретические основы электросинтеза. Электродные и сопряженные электрохимические реакции. Электрокатализ. Механизмы и кинетика электроиндуцированных превращений. Практика электросинтеза. Особенности аппаратного оформления процессов. Катодные и анодные превращения органических соединений. Примеры. Проблемы промышленного электросинтеза. Экологические аспекты и вопросы техники безопасности.

16. Технический анализ в органическом синтезе

Основные методы технического анализа органических соединений. Определение

содержания основного вещества, влаги, золы, температуры плавления и кипения. Определение функциональных групп. Анализ ароматических сульфокислот, нитросоединений, аминов и фенолов, галогенпроизводных, карбоновых кислот, спиртов. Применение современных физико-химических методов для анализа промежуточных продуктов.

17. Охрана окружающей среды

Обезвреживание отходов производства. Охрана окружающей среды - важнейшее требование к промышленному производству. Классификация отходов производств органического синтеза. Методы очистки сточных вод: регенеративные, деструктивные, биологические. Характер и методы очистки отходящих газов. Методы обезвреживания твердых отходов производства. Вопросы экологической экспертизы и экологические аспекты проектирования и эксплуатации промышленных установок в производствах органического синтеза.

3. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру ИОС УрО РАН по дисциплине «Технология органических веществ»

Оценка знаний поступающих производится по пятибалльной шкале согласно критериям, приведенным в таблице:

Оценка	Критерии
Отлично	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине. 3. Делаются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, используются знания, приобретенные ранее. 5. Даны исчерпывающие определения основных понятий.
Хорошо	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ответы на поставленные вопросы даются уверенно и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, но не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. 3. Материал излагается в основном правильно, но требуются дополнительные уточнения. 4. Допускаются небольшие неточности при выводах и определении понятий.
Удовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допускаются нарушения в последовательности изложения материала при ответе. 2. Демонстрируется поверхностное знание дисциплины. 3. Имеются затруднения с выводами. 4. Определения понятий даются не четко, с большими неточностями.
Неудовлетворительно	<ol style="list-style-type: none"> 1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. 2. Ответ не отражает содержание вопроса. 3. Не даются ответы на уточняющие вопросы комиссии. 4. Допускаются грубые ошибки в определении понятий.

4. Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Принципы технологии основного органического и нефтехимического

синтеза: Учеб. пособие для ВУЗов / Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. 3-е изд., перер. и доп. М.: Высш. шк., 2010. - 408 с.

2. Лисицын В.Н. Химия и технология промежуточных продуктов. Учебник для вузов. М.: Химия, 1987. - 368с.

Дополнительная

1. Кудрик Е.В., Колесников Н.А., Любимцев А.В. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Часть 1. Механизмы органических реакций. / Под ред. Г.П. Шапошникова. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2004. - 156 с.

2. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высш. шк., 2003. - 536 с.

3. Воробьев Ю.Г. Технологические схемы производств органических веществ. Иваново, ИГХТУ, 2000. - 102 с.

4. Горелик М.В., Эфрос Л.С. Основы химии и технологии ароматических соединений. М.: Химия, 1992. - 640 с.

5. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991. - 448 с.

6. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1990.

7. Новые процессы органического синтеза//Под редакцией Черных С.П. М.: Химия, 1989. - 400 с.

8. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988. - 589 с.

9. Эфрос Л.С., Горелик М.В. Химия и технология промежуточных продуктов. Учебное пособие. Л.: Химия, 1980. - 544с.

10. Эфрос Л.С., Квитко И.Я. Химия и технология ароматических соединений в задачах и упражнениях, Л.: Химия, 1984. - 358 с.

11. Кирпичников П.А., Лиакумович А.Г., Победимский Д.Г., Попова Л.М. Химия и технология мономеров для синтетических каучуков. Л.: Химия, 1981.-264 с.

6. Программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. Архивы полнотекстовых журналов на сайте научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>)

2. <http://www.oil.ru.com/news>

