

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М. Д. Миллионщикова


«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор
И.Т. Гайрабеков
« 02 » 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«ТЕОРИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА»**

Направление подготовки

18.03.01 - «Химическая технология»

Направленность (профиль)

«Химическая технология органических веществ»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки

2021

Грозный - 2021

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формировать у студентов навыки оптимизации химико-технологического процесса и целостную систему химического мышления.

Задачи дисциплины - развитие у студентов знаний о термодинамических и кинетических закономерностях, механизмах химических реакций при использовании различных инициаторов и катализаторов, основ обработки экспериментальных данных, расчета материальных балансов и стехиометрии химических реакций.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла и осуществляет общехимическую подготовку специалистов. Изучение дисциплины «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» опирается на курсы: общая и неорганическая химия, физическая химия, органическая химия, химия нефти, общая химическая технология.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: моделирование химико-технологических процессов, химические реакторы, химическая технология мономеров и полупродуктов органического синтеза, химическая технология органических веществ, химическая технология производства полиолефинов, основы производства катализаторов органического синтеза, основы научных исследований, перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

| Код по ФГОС | Индикаторы достижения | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ) |
|---|--|--|
| Профессиональные | | |
| ПК-3 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции. | ПК-3.3. Руководит проведением внедренческих работ и работ по освоению вновь разрабатываемых технологических процессов ПК-3.4. Проводит работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов | знать: - основные законы естественнонаучных дисциплин и использовать их в профессиональной деятельности ; уметь: - разрабатывать технологические процессы с учетом экологической безопасности производства; владеть: - способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции; - способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и |

| | | |
|--|--|---|
| | | оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ; |
|--|--|---|

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

| Вид учебной работы | Всего часов | | Семестры | | |
|--|------------------|------------|------------|------------|------------|
| | ОФО | ОЗФО | ОФО | ОЗФО | |
| | | | 4 | 6 | |
| Контактная работа (всего) | 64 | 32 | 64 | 32 | |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции | 32 | 16 | 32 | 16 | |
| Практические занятия (ПЗ) | 32 | 16 | 32 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | - | - | - | - | |
| Самостоятельная работа (всего) | 80 | 112 | 80 | 112 | |
| В том числе: | | | | | |
| Курсовой проект | 36 | 36 | 36 | 36 | |
| Контрольная работа | | | | | |
| Реферат | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| Проработка тем для самостоятельного изучения | 18 | 36 | 18 | 36 | |
| Подготовка к лабораторным работам | | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 10 | 18 | 10 | 18 | |
| Подготовка к зачету | 12 | 18 | 12 | 18 | |
| Подготовка к экзамену | | | | | |
| Вид отчетности | к/п, зачет | к/п, зачет | к/п, зачет | к/п, зачет | |
| Общая трудоемкость дисциплины | Всего в часах | 144 | 144 | 144 | 144 |
| | Всего в зач. ед. | 4 | 4 | 4 | 4 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекц. | | Лаб. зан. | | Практ. Зан. | | Всего часов | |
|-------|-------------------------------------|-------|---|-----------|--|-------------|---|-------------|---|
| | | | | | | | | | |
| 1 | Характеристика химических процессов | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 2 | Равновесие органических реакций | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 4 | 4 |

| | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|--|--|---|---|---|---|
| 3 | Термодинамический анализ химических процессов | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 4 | Кинетика и кинетический анализ химических процессов | 4 | 2 | | | 2 | 2 | 6 | 4 |
| 5 | Кинетика и кинетический анализ химических процессов | 2 | | | | | | 2 | |
| 6 | Радикально-цепные процессы органической технологии | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 7 | Радикально-цепные процессы органической технологии | 2 | | | | | | 2 | |
| 8 | Катализ и гомогенные кислотнo-основные каталитические процессы | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 9 | Катализ и гомогенные кислотнo-основные каталитические процессы | 2 | | | | | | 2 | |
| 10 | Гомогенный металлкомплексный катализ | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 11 | Гомогенный металлкомплексный катализ | 2 | | | | | | 2 | |
| 12 | Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы | 2 | | | | | | 2 | |
| 13 | Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы | 2 | 3 | | | 3 | 3 | 3 | 4 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 14 | Характеристика реакторов химических процессов органического синтеза | 2 | | | | | | 2 | |
| 15 | Характеристика реакторов химических процессов органического синтеза | 2 | | | | | | 2 | |
| Итого | | 32 | 16 | - | - | 32 | 16 | 64 | 32 |

5.2. Лекционные занятия

Таблица 4

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела |
|-------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Характеристика химических процессов | Введение. Предмет «Теория химико-технологических процессов органического синтеза». Общие понятия и определения стехиометрии, механизма и маршрута реакции. Классификация химических реакций. Количественные характеристики химического процесса: степень конверсии, селективность, выход продукта. Материальный баланс сложных реакций. |
| 2 | Равновесие органических реакций | Константа равновесия для реальных газов. Вычисление констант равновесия и состава равновесной смеси органических веществ. Уравнение изотермы химической реакции. Методы расчета констант равновесия химических реакций. Расчет состава равновесной смеси при химических реакциях. |
| 3 | Термодинамический анализ химических процессов | Термодинамический анализ химических процессов. Методы расчета теплового эффекта (энтальпии) химической реакции: по табличным данным и эмпирические методы. |
| 4 | Кинетика и кинетический анализ химических процессов | Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение химического процесса и элементарной реакции. Константа скорости и энергия активации. |
| 5 | Кинетика и кинетический анализ химических процессов | Влияние среды на скорость химических реакций. Медленные и быстрые стадии. Кинетический и термодинамический контроль химических реакций. Связь селективности с кинетикой химического процесса. |
| 6 | Радикально-цепные процессы органической технологии | Свободные радикалы, радикальные и радикально-цепные реакции. Образование свободных радикалов: термический гомолиз, фотолиз и радиолит, окислительно-восстановительные реакции. Стадии радикально-цепной реакции. |
| 7 | Радикально-цепные | Радикально-цепные процессы в промышленности. |

| | | |
|----|---|---|
| | процессы органической технологии | Термический крекинг и пиролиз. Окисление углеводов и их производных молекулярным кислородом. |
| 8 | Катализ и гомогенные кислотно-основные каталитические процессы | Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции. Карбокатионы и карбанионы. Кислоты и основания Бренстеда и Льюиса, кислотность и основность среды. |
| 9 | Катализ и гомогенные кислотно-основные каталитические процессы | Реакции промышленного органического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями. Реакции алкилирования ароматических и изопарафиновых углеводов. Анионная и катионная полимеризация. |
| 10 | Гомогенный металлкомплексный катализ | Механизм и кинетика металлкомплексного катализа. Основные понятия и структура комплексных соединений, лиганды. |
| 11 | Гомогенный металлкомплексный катализ | Промышленные процессы металлкомплексного катализа: изомеризация и окисление олефинов. |
| 12 | Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы | Классификация гетерогенных катализаторов. Модифицирование катализаторов и требования, предъявляемые к катализаторам. Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. |
| 13 | Гетерогенный катализ и гетерогенно-каталитические процессы | Гетерогенно-каталитические реакции на кислотных и основных катализаторах в нефтехимии и промышленном органическом синтезе. Изомеризация углеводов. Гидрирование органических соединений. Дегидрирование органических соединений. |
| 14 | Характеристика реакторов химических процессов органического синтеза | Реакторы в органической технологии. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. |
| 15 | Характеристика реакторов химических процессов органического синтеза | Влияние типа реакторов и способа введения реагентов на селективность процесса. Оптимизация реакционного узла. |

5.3. Лабораторный практикум (не предусмотрен планом)

5.4. Практические занятия

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тематика практических занятий |
|----------|---|---|
| 1 | Характеристика химических процессов. | Классификация химических реакций. Количественные характеристики химического процесса: степень конверсии, селективность, выход продукта. Материальный баланс сложных реакций. |
| 2 | Равновесие органических реакций. Методы расчета констант равновесия химических реакций. | Константа равновесия для реальных газов. Вычисление констант равновесия и состава равновесной смеси органических веществ. Уравнение изотермы химической реакции. Методы расчета констант равновесия химических реакций. Расчет состава равновесной смеси при химических реакциях. |
| 3 | Термодинамический анализ химических процессов. | Стандартное состояние. Стандартные термодинамические функции. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса. Методы расчета стандартной энергии Гиббса. Методы расчета теплового эффекта (энтальпии) химической реакции: по табличным данным и эмпирические методы. |
| 4 | Кинетика и кинетический анализ химических процессов. | Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение химического процесса и элементарной реакции. Константа скорости и энергия активации. Влияние среды на скорость химических реакций. Медленные и быстрые стадии. Кинетический и термодинамический контроль химических реакций. Связь селективности с кинетикой химического процесса. |
| 5 | Катализ и гомогенные кислотно-основные каталитические процессы | Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции. Карбокатионы и карбанионы. Кислоты и основания Бренстеда и Льюиса, кислотность и основность среды. Реакции промышленного органического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями. Реакции алкилирования ароматических и изопарафиновых углеводородов. Анионная и катионная полимеризация. |
| 6 | Характеристика реакторов химических процессов органического синтеза. | Реакторы в органической технологии. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором. Влияние типа реакторов и способа введения реагентов на селективность процесса. Оптимизация реакционного узла. |

6. Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине

6.1. Темы для самостоятельного изучения

Таблица 6

| № п/п | Наименование тем, их содержание |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1 | Растворители, применяемы в органической технологии. Классификация растворителей. |
| 2 | Влияние среды на скорость элементарных реакций. |
| 3 | Радикально-цепные процессы в промышленности. Радикальная полимеризация. |
| 4 | Реакции промышленного органического кислотно-основного каталитического синтеза. Конденсация альдегидов и кетонов с ароматическими соединениями и олефинами. |
| 5 | Реакции гомогенного металлкомплексного катализа. Гидрирование ненасыщенных соединений. |
| 6 | Гетерогенно-каталитические процессы промышленного органического синтеза. Полимеризация этилена. Полимеризация пропилена. |
| 7 | Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. |
| 8 | Модифицирование катализаторов и требования, предъявляемые к катализаторам. |
| 9 | Методы синтеза и приготовления катализаторов. |
| 10 | Осажденные катализаторы и носители. |
| 11 | Нанесенные (пропиточные) катализаторы. |
| 12 | Цеолиты (молекулярные сита). |
| 13 | Теоретические основы гидрокрекинга нефтяных фракций. |
| 14 | Теоретические основы процесса парафиновых углеводородов. |
| 15 | Теоретические основы процесса гидратации олефинов |

6.2. Темы рефератов

1. Теоретические основы процесса гидрирования ароматических углеводородов.
2. Теоретические основы процесса гидрирования ненасыщенных углеводородов.
3. Теоретические основы процесса синтеза метанола.
4. Теоретические основы процесса полимеризации этилена.
5. Теоретические основы процесса окисления пропилена.
6. Теоретические основы процесса дегидрирования алкилароматических углеводородов.
7. Теоретические основы процесса изомеризации углеводородов.
8. Теоретические основы процесса риформинга.
9. Теоретические основы процесса изомеризации ароматических углеводородов.
10. Теоретические основы процесса синтеза спирта на основе синтез-газа.
11. Теоретические основы процесса окислительного аммонолиза пропилена.

Кроме перечисленных тем студентами могут быть выбраны по своему усмотрению и по согласованию с преподавателем другие темы рефератов по изучаемому курсу

«Теория химико-технологических процессов органического синтеза».

6.3. Темы курсовых проектов

1. Проект установки дегидрирования бутана.
2. Проект установки дегидрирования и-бутана.
3. Проект установки синтеза метанола.
4. Проект установки получения ацетальдегида
5. Проект установки изомеризации углеводородов.
6. Проект установки синтеза спирта на основе синтез-газа.
7. Проект установки получения фенола кумольным методом.
8. Проект установки окисления этилена.
9. Проект установки получения стирола.
10. Проект установки дегидрирования этилбензола.

6.4. Примерный образец задания на курсовое проектирование

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** **Тим. академика М.Д. Миллионщикова**

Кафедра «Химическая технология переработки нефти и газа»

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование
по дисциплине **Теория ХТПОС**

Студент(ка) _____ группа НТС-

Процесс получения стирола

Исходные данные: производительность 120 тыс. т в год стирола

Введение

1. Современное состояние и перспективы развития процесса.
 2. Физико-химические основы процесса
 - 2.1 Химизм
 - 2.2 Механизм основной реакции
 - 2.3 Влияние основных факторов и выбор оптимальных условий процесса.
 - 2.4 Катализаторы процесса.
 3. Термодинамический анализ процесса.
 - 3.1 Термодинамическая вероятность процесса. Расчет энергии Гиббса.
 - 3.2 Расчет теплового эффекта (энтальпии) процесса.
 - 3.3 Расчет константы равновесия основной реакции.
 4. Кинетический анализ химического процесса. Кинетическое уравнение основной реакции. Порядок реакции.
 5. Выбор и обоснование реакторного устройства процесса.
 6. Расчет материального баланса процесса.
- Заключение.
Список использованной литературы.

Рекомендуемая литература

1. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки.-С-П.: Химиздат, 2005. 910с. - ЭБС «IPRbooks».
2. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие. Издание 3.-М.: Высшая школа, 2010.- 536с.– ЭБС «IPRbooks»
3. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза.-М.:Химия, 1988.-592с.
4. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза.-М.:Химия,1985.-606с.

Руководитель _____ /

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1. Потехин В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки / Потехин В. М. , Потехин В. В. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 944 с. - ISBN 978-5-93808-287-8. - // URL <http://www.medcollegelib.ru/book/ISBN9785938082878.html>.
2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки.-С-П.: Химиздат, 2005. 910с. - ЭБС «IPRbooks».
 1. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие. Издание 3.-М.: Высшая школа, 2010.- 536с.– ЭБС «IPRbooks»
 2. Орлов Ю.Д., Лебедев Ю.А., Сайфуллин И.Ш. Термохимия органических свободных радикалов.- М.: Химия, 2001.-304с.- ЭБС «IPRbooks»
5. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза.-М.:Химия, 1988.-592с.
6. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза.-М.:Химия,1985.-606с.

7. Оценочные средства

7.1. Вопросы к 1-ой рубежной аттестации

- 1.Что представляет собой химический процесс?
- 2.Стехиометрическая реакция, стехиометрические коэффициенты. Целевые и побочные продукты реакции в сложном химическом процессе. Механизм реакции и маршрут реакции.
- 3.Классификация химических реакций.
- 4.Количественные характеристики химического процесса: степень конверсии, селективность, выход продукта.
- 5.Материальный баланс сложных реакций.
- 6.Константа равновесия для реальных газов. Вычисление констант равновесия и состава равновесной смеси органических веществ.
- 7.Уравнение изотермы химической реакции. Методы расчета констант равновесия химических реакций. Расчет состава равновесной смеси при химических реакциях.
8. Стандартное состояние. Стандартные термодинамические функции. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса.

9. Методы расчета стандартной энергии Гиббса. Методы расчета теплового эффекта (энтальпии) химической реакции: по табличным данным и эмпирические методы.
10. Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение химического процесса и элементарной реакции.
11. Константа скорости и энергия активации.
12. Влияние среды на скорость химических реакций. Медленные и быстрые стадии.
13. Кинетический и термодинамический контроль химических реакций.
14. Связь селективности с кинетикой химического процесса.
15. Свободные радикалы, радикальные и радикально-цепные реакции. Образование свободных радикалов: термический гомолиз, фотолиз и радиолиз, окислительно-восстановительные реакции.
16. Стадии радикально-цепной реакции.

Вопросы ко 2-ой рубежной аттестации

1. Радикально-цепные процессы в промышленности.
2. Термический крекинг и пиролиз.
3. Окисление углеводородов и их производных молекулярным кислородом.
4. Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции.
5. Карбокатионы и карбанионы.
6. Кислоты и основания Бренстеда и Льюиса, кислотность и основность среды.
7. Реакции промышленного органического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями.
8. Реакции алкилирования ароматических и изопарафиновых углеводородов.
9. Анионная и катионная полимеризация. Механизм и кинетика металлкомплексного катализа.
10. Основные понятия и структура комплексных соединений, лиганды.
11. Промышленные процессы металлкомплексного катализа: изомеризация и окисление олефинов.
12. Промышленные процессы металлкомплексного катализа: изомеризация и окисление олефинов.
13. Гетерогенно-каталитические реакции на кислотных и основных катализаторах в нефтехимии и промышленном органическом синтезе.
14. Изомеризация углеводородов.
15. Гидрирование органических соединений.
16. Дегидрирование органических соединений.
17. Реакторы в органической технологии.
18. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в газовой фазе.
19. Реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость.
20. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором.
21. Влияние типа реакторов и способа введения реагентов на селективность процесса. Оптимизация реакционного узла.

Примерный билет на рубежную аттестацию

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Теория химико-технологических процессов органического синтеза

Факультет НТФ специальность НТС семестр 4

1. Методы расчета стандартной энергии Гиббса. Методы расчета теплового эффекта (энтальпии) химической реакции: по табличным данным и эмпирические методы.

2. Свободные радикалы, радикальные и радикально-цепные реакции. Образование свободных радикалов: термический гомолиз, фотолиз и радиолит, окислительно-восстановительные реакции.

Утверждаю:

« _____ » _____ 20 г. Зав. кафедрой _____

7.2 Вопросы к зачету

1. Классификация химических реакций по фазовому состоянию реагентов и продуктов реакции, по природе воздействия того или иного физического агента на реакционную систему, по катализу, стехиометрии, по направлению протекания реакции, характеру изменению связей (по механизму), по молекулярности и порядку.
2. Стехиометрические соотношения исходных реагентов.
3. Обратимые реакции. Степень превращения (конверсия), интегральная и дифференциальная селективность, выход продукта.
4. Стехиометрическая реакция, стехиометрические коэффициенты. Целевые и побочные продукты реакции в сложном химическом процессе. Механизм реакции и маршрут реакции. . 5. Материальный баланс сложных реакций.
6. Константа равновесия для реальных газов. Вычисление констант равновесия и состава равновесной смеси органических веществ.
7. Уравнение изотермы химической реакции. Методы расчета констант равновесия химических реакций.
8. Расчет состава равновесной смеси при химических реакциях.
9. Стандартное состояние. Стандартные термодинамические функции. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса.
10. Методы расчета стандартной энергии Гиббса. Методы расчета теплового эффекта (энтальпии) химической реакции: по табличным данным и эмпирические методы.
11. Скорость химической реакции. Кинетическое уравнение химического процесса и элементарной реакции. Константа скорости и энергия активации.
12. Влияние среды на скорость химических реакций. Медленные и быстрые стадии.
13. Кинетический и термодинамический контроль химических реакций.
14. Связь селективности с кинетикой химического процесса.
15. Свободные радикалы, радикальные и радикально-цепные реакции. Образование свободных радикалов: термический гомолиз, фотолиз и радиолит, окислительно-восстановительные реакции.
16. Стадии радикально-цепной реакции. Радикально-цепные процессы в промышленности. Термический крекинг и пиролиз.
17. Окисление углеводородов и их производных молекулярным кислородом.
18. Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции. Карбокатионы и карбанионы.
19. Кислоты и основания Бренстеда и Льюиса, кислотность и основность среды.
20. Реакции промышленного органического синтеза, катализируемые кислотами и основаниями. Реакции алкилирования ароматических и изопарафиновых углеводородов.
21. Анионная и катионная полимеризация.
22. Механизм и кинетика металлкомплексного катализа. Основные понятия и структура комплексных соединений, лиганды.
23. Промышленные процессы металлкомплексного катализа: изомеризация и окисление олефинов.

24. Гетерогенно-каталитические реакции на кислотных и основных катализаторах в нефтехимии и промышленном органическом синтезе.
25. Изомеризация углеводородов.
26. Гидрирование органических соединений.
27. Дегидрирование органических соединений.
28. Реакторы в органической технологии.
29. Реакторы для проведения гомогенных и гетерофазных реакций в газовой фазе.
30. Реакторы для проведения реакций в системе газ-жидкость.
31. Реакторы для проведения реакций в газовой фазе над твердым катализатором.
32. Влияние типа реакторов и способа введения реагентов на селективность процесса.
33. Оптимизация реакционного узла.
34. Растворители, применяемые в органической технологии.
35. Классификация растворителей.
36. Радикально-цепные процессы в промышленности.
37. Радикальная полимеризация.
38. Реакции промышленного органического кислотно-основного каталитического синтеза.
39. Конденсация альдегидов и кетонов с ароматическими соединениями и олефинами.
40. Реакции гомогенного металлкомплексного катализа.
41. Гидрирование ненасыщенных соединений.
42. Гетерогенно-каталитические процессы промышленного органического синтеза: полимеризация этилена, полимеризация пропилена.

Примерный билет на зачет

БИЛЕТ № _____

Дисциплина _Теория ХТПОС

Факультет _____ НТФ _____ специальность _____ НТС _____ семестр __ 4

1. Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции.
Карбокатионы и карбанионы.
2. Влияние типа реакторов и способа введения реагентов на селективность процесса.
3. Гетерогенно-каталитические процессы промышленного органического синтеза:
полимеризация этилена

7.3 Текущий контроль

Типовые задания для практических занятий

1. Определить парциальные давления компонентов газовой смеси состава ($\varphi, \%$): CH_4 - 22,18; C_2H_4 - 13,05; C_2H_6 - 62,15; N_2 - 2,62. Общее давление газовой смеси 2 МПа.
2. Определить среднюю молярную массу и плотность (при нормальных условиях) газовой смеси следующего состава (x, %): CH_4 - 11,05; C_2H_2 - 1,28; C_2H_4 - 83,08; C_2H_6 - 4,59.
3. Определить объем компонентов циркуляционного газа, растворяющихся в 104 т метанола при температуре 35⁰С. Состав циркуляционного газа (в м³). CH_4 – 238155; N_2 – 1394840; N_2 – 14125; CO – 16648; CO_2 – 30499; CH_3OH – 8174; H_2O – 426. Общий объем циркуляционного газа 1702867 м³, общее давление газа 7,5 МПа · 10⁶.
4. Рассчитать состав этановой фракции в производстве этилена пиролизом этана, если общий расход этановой фракции равен 2071,401 кмоль/ч и она имеет следующий состав ($\varphi, \%$): C_2H_4 – 0,73; C_2H_6 – 89,80; C_3H_6 – 4,69; C_3H_8 – 4,70; C_4H_8 – 0,08.
5. Рассчитать расход бензола и пропан-пропиленовой фракции газов крекинга [30% (об.) пропилен и 70% (об.) пропана] для производства 1 т фенола, если выход изопропилбензола из бензола составляет 90% от теоретического, а фенола из изопропилбензола – 93%.

6. Определить расходные коэффициенты в производстве карбида кальция (технического), имеющего по анализу следующий состав: CaC_2 – 78%; CaO – 15%, C – 3%; прочие примеси – 4%.

Расчет следует вести на 1 т технического продукта.

Известь содержит 96,5% CaO .

Содержание в коксе: золы – 4%, летучих – 4%, влаги – 3%.

Мол. масса: CaC_2 – 64, CaO – 56.

7. Определить количество аммиака, требуемого для производства 100000 т/год азотной кислоты, и расход воздуха на окисление аммиака (в $\text{м}^3/\text{ч}$), если цех работает 355 дней в году, выход окиси азота $x_1 = 0,97\%$, степень абсорбции $x_2 = 0,92\%$, а содержание аммиака в сухой аммиачно-воздушной смеси – 7,13% (масс.).

8. При термоокислительном крекинге метана (с целью получения ацетилена) смесь газов имеет следующий состав в % (об.): C_2H_2 -8,5; H_2 -57; CO -25,3; CO_2 - 3,7; C_2H_4 - 0,5; CH_4 - 4; Ar -1. Определить количество метана, которое нужно подвергнуть крекингу, чтобы из отходов крекинга после отделения ацетилена получить 1 т метанола: $\text{CO} + 2\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$. По практическим данным из 1 т исходного метана получается после выделения C_2H_2 1160 кг смеси газов.

9. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сутки. Степень окисления серы 0,95 (остальная сера возгоняется и сгорает вне печи). Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,5$ (характеризует отношение практически подаваемого в печь воздуха к теоретически необходимому согласно уравнению реакции). Расчет следует вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

| Планируемые результаты освоения компетенции | Критерии оценивания результатов обучения | | | | Наименование оценочного средства |
|--|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|---|
| | менее 41 баллов (неудовлетворительно) | 41-60 баллов (удовлетворительно) | 61-80 баллов(хорошо) | 81-100 баллов (отлично) | |
| ПК-3. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции. | | | | | |
| знать: - основные законы естественнонаучных дисциплин и использовать их в профессиональной деятельности ; | Фрагментарные знания | Неполные знания | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | Сформированные систематические знания | Вопросы и билеты к текущим аттестациям; вопросы и билеты к зачету; задания на курсовое проектирование; задания для текущего контроля. |
| уметь: - разрабатывать технологические процессы с учетом экологической безопасности производства; экспериментальные исследования и испытания; | Частичные умения | Неполные умения | Умения полные, допускаются небольшие ошибки | Сформированные умения | |

| | | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|--|--|
| <p>владеть: - способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.</p> | <p>Частичное владение навыками</p> | <p>Несистематическое применение навыков</p> | <p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p> | <p>Успешное и систематическое применение навыков</p> | |
|---|------------------------------------|---|---|--|--|

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- для слепых: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо 14 надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для слабовидящих: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов,

контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Литература

1. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие / Л.Н. Герке [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 104 с. — Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.
2. Сафиулина А.Г. Теоретические методы исследования продуктов органического синтеза : учебное пособие / Сафиулина А.Г., Тагашева Р.Г.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 88 с. — Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.
3. Химическая технология органических веществ : учебное пособие / Т.Н. Собачкина [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-2366-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS.
4. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки.-С-П.: Химиздат, 2005. 910с. - ЭБС «IPRbooks».
5. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. Учебное пособие. Издание 3.-М.: Высшая школа, 2010.- 536с.— ЭБС «IPRbooks»
6. Орлов Ю.Д., Лебедев Ю.А., Сайфуллин И.Ш. Термохимия органических свободных радикалов.- М.: Химия, 2001.-304с.- ЭБС «IPRbooks»
7. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза.-М.:Химия, 1988.-592с.
8. Адельсон С.В., Вишнякова Т.П., Паушкин Я.М. Технология нефтехимического синтеза.-М.:Химия,1985.-606с.
9. Каталитические процессы нефтехимии и нефтепереработки : учебное пособие / М.В. Журавлева [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 316 с.- ЭБС «IPRbooks»
10. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / . — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — ЭБС «IPRbooks».
11. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие / Л.Н. Герке [и др.]. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 104 с. — ЭБС «IPRbooks».
12. Сафиулина А.Г. Теоретические методы исследования продуктов органического синтеза : учебное пособие / Сафиулина А.Г., Тагашева Р.Г.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 88 с. — ЭБС «IPRbooks».
13. Химическая технология органических веществ : учебное пособие / Т.Н. Собачкина [и др.].— Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 80 с. — ЭБС «IPRbooks».

программное и коммуникационное обеспечение дисциплины

1. Электронный конспект лекций
2. Наборы презентаций для лекционных занятий.

9.2 Методические указания по освоению дисциплины (Приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- химическая лаборатория, химические реактивы;
- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме.
- приборы и оборудование учебного назначения (при выполнении лабораторных работ).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические указания по освоению дисциплины

«Теория химико-технологических процессов органического синтеза»

1.Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» состоит из 15 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала. Обучение по дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции и практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (вопросы для самостоятельного изучения, подготовка к практическим занятиям, подготовка к зачету).
3. Интерактивные формы проведения занятий (лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 - 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 -15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (задачи).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. Ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического занятия;

5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине **«Теория химико-технологических процессов органического синтеза»** - это углубление и расширение знаний в области целостной химической науки; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Вопросы для самостоятельного изучения
2. Рефераты
4. Участие в мероприятиях.

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры
«Химическая технология нефти и газа»  /Ж.Т.Хадисова/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой
«Химическая технология нефти и газа»  /Я.Ш.Махмудова /

Директор ДУМР  /М.А. Магомаева /