

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР
Н.И. Никифорова
« 12 » 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений»

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки: «Химическая технология органических веществ»,
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов», «Химическая технология высокомолекулярных соединений»,
«Химическая технология переработки полимеров и эластомеров»

Квалификация выпускника: БАКАЛАВР

Форма обучения: очно-заочная

Факультет: Технологический

Кафедра-разработчик рабочей программы: Нефтехимического синтеза

Курс, семестр: 2 курс; 3, 4 семестр

| | 3 семестр | | 4 семестр | |
|--|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Часы | Зач. единицы | Часы | Зач. единицы |
| Лекции | 9 | 0,25 | 9 | 0,25 |
| Лабораторные занятия | 9 | 0,25 | 9 | 0,25 |
| Практические занятия | 0 | 0 | 9 | 0,25 |
| КСР | 36 | 1,0 | 45 | 1,25 |
| СР | 54 | 1,5 | 63 | 1,75 |
| Форма аттестации (часы на контроль) | Зачет с оценкой | 0 | Экзамен (45) | 1,25 |
| Всего | 108 | 3 | 180 | 5 |

Нижекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 922 от 07.08.2020) по направлению 18.01.03 «Химическая технология» на основании учебного плана набора обучающихся 2020.

Разработчик программы:

профессор кафедры Нефтехимического синтеза  В.П. Дорожкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Нефтехимического синтеза, протокол от 24 марта 2021г. № 8

Заведующий кафедрой

 Т.Б. Минигалиев

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» являются:

- формирование знаний о влиянии физической и химической структуры полимера на его основные эксплуатационные свойства;
- формирование знаний о зависимости физической структуры полимера от его химической природы, микроструктуры звеньев основной цепи, молекулярных характеристик полимера;
- обучение студентов методам оценки механо-деформационных и релаксационных свойств полимеров, оценки энергии когезии полимеров, основных показателей сетчатой структуры эластомеров, кинетики набухания полимеров;
- обучение студентов методам полимеризации и поликонденсации полимеров.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» относится к базовой части образовательной программы и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения выпускной квалификационной работы.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б1.О.19 «Органическая химия»;
- Б1.О.21 «Физическая химия»

Дисциплина Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Б1.В.ДВ.01.01 «Сырье и материалы производства синтетических каучуков»;
- Б1.В.ДВ.02.02 «Углубленный курс общей химической технологии синтетических каучуков»;
- Б1.В.06 «Технология производства синтетических каучуков»
- Б1.В.05 «Оборудование заводов производства синтетических каучуков»

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» могут быть использованы при прохождении производственных практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов

ОПК-1.1 Знает теоретические основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, способы получения и химические свойства соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы и соотношения физической химии, основные законы термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем, методы исследования поверхностных явлений дисперсных систем;

ОПК-1.2 Умеет использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения в химических реакциях для решения профессиональных задач, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие, составлять кинетические уравнения, классифицировать электроды и электрохимические цепи, проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;

ОПК-1.3 Владеет навыками описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии и химической кинетики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- теоретические основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, способы получения и химические свойства соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы и соотношения физической химии, основные законы термодинамики поверхностных явлений, свойства дисперсных систем, методы исследования поверхностных явлений дисперсных систем;

2) Уметь:

- использовать химические законы, справочные данные и количественные соотношения в химических реакциях для решения профессиональных задач, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие, составлять кинетические уравнения, классифицировать электроды и электрохимические цепи, проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем;

3) Владеть:

- Владеет навыками описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии и химической кинетики

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений»

Общая трудоемкость дисциплины для всех форм обучения составляет 8 зачетных единиц, 288 часа

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Виды учебной работы (в часах) | | | | | Оценочные средства для проведения промежуточ ной аттестации по разделам |
|----------|--|---------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-----|----|---|
| | | | Лекции | Практические работы | Лабораторная работа | КСР | СР | |
| 1 | Классификация полимеров, ММР и ММ полимеров, разветвленные и сетчатые полимеры конформации и конфигурации макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Физические состояния полимеров. | 4 | 1 | - | 0,5 | 4 | 38 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |
| 2 | Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Механические и релаксационные свойства полимеров. Вязкотекучее и высокоэластическое состояние полимеров. | 4 | 1 | - | 4 | 6 | 49 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |
| 3 | Прочность полимеров. Адгезия полимеров. Теплофизические и электрические свойства полимеров. Растворы полимеров. Биополимеры. | 4 | 2 | - | 3,5 | 2 | 65 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |

| | | | | | | | | |
|---|--|---|-----|-----|---|----|----|--|
| 4 | Методы получения полимеров. Основные понятия о химизме полимеризации. Термодинамика полимеризации. | 5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 14 | 21 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |
| 5 | Радикальная полимеризация: способы инициирования, рост и обрыв цепи, перенос кинетической цепи. Кинетика полимеризации. | 5 | 0,5 | 0,5 | 2 | 13 | 14 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |
| 6 | Ионная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. Ионно-координационная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. | 5 | 0,5 | 0,5 | 2 | 11 | 18 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |
| 7 | Сополимеризация. Дифференциальный и интегральный составы полимеров. Способы синтеза сополимеров. Поликонденсация и её отличия от полимеризации. Кинетика поликонденсации. Способы поликонденсации. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные и макромолекулярные реакции. | 5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 7 | 24 | индивидуальная самостоятельная работа; лабораторная работа |

| | Форма аттестации | | | | | | | Зачёт с оценкой; Экзамен (9) |
|-------|------------------|--|---|---|----|----|-----|------------------------------------|
| Всего | | | 6 | 2 | 14 | 24 | 229 | |

5. Содержание лекционных занятий по дисциплине Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений»

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание | Формируемые компетенции |
|-------|--|------|--|---|---------------------------|
| 1 | Классификация полимеров, ММР и ММ полимеров, разветвленные и сетчатые полимеры конформации и конфигурации макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Физические состояния полимеров. | | Тема 1.1 Введение в дисциплину | Роль полимеров в жизни. История становления науки о полимерах и ее текущие задачи. Основы строения полимеров и их классификация. Понятие о конформации макромолекулы. Изомерия в полимерных цепях. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 1.2 Молекулярно-массовые характеристики полимеров | Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Молекулярно-массовое распределение. Разветвленные полимеры, виды разветвленности и ее количественная оценка. Сетчатые полимеры, количественные характеристики сетки. Золь-гель-анализ. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 1.3 Молекулярно-кинетическое движение макромолекул | Внутреннее вращение в полимерных цепях. Конформации и характер конформационных превращений. Внутри- и межмолекулярное взаимодействие. Плотность энергии когезии. Модель свободно-сочлененной макроцепи | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 1.4 Оценка гибкости макромолекул | Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Статистический сегмент. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 1.5 Физические состояния полимеров | Общая характеристика физических состояний полимеров. Характер взаимных переходов. Обобщенная схема физических состояний. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| 2 | Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Механические и релаксационные свойства полимеров. Вязкотекучее и высокоэластическое | | Тема 2.1 Аморфное и кристаллическое состояние полимеров | Кристаллическое состояние полимеров. Типы структур. Кинетика кристаллизации; влияние температуры, растяжения, молекулярной массы на кристаллизацию. Механические свойства кристаллических | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |

| | | | | | |
|--|----------------------|--|--|--|--|
| | состояние полимеров. | | | <p>полимеров.</p> <p>Аморфное состояние полимеров.</p> <p>Надмолекулярные структуры, их типы. Понятие о доменах. Переходы между состояниями в аморфном полимере.</p> <p>Термомеханические кривые аморфных полимеров.</p> <p>Структурное стеклование. Влияние строения полимера на температуру стеклования.</p> <p>Пластификация полимеров. Виды пластификации. Два механизма пластификации.</p> <p>Механические свойства стеклообразных полимеров.</p> <p>Вынужденная эластичность и температура хрупкости</p> | |
| | | | <p>Тема 2.2</p> <p>Механические и релаксационные свойства полимеров</p> | <p>Механические свойства полимеров.</p> <p>Механическое поведение кристаллических полимеров.</p> <p>Механическое поведение полимеров в стеклообразном состоянии.</p> <p>Понятие о вынужденной эластичности.</p> <p>Релаксационные свойства полимеров.</p> <p>Виды релаксационных процессов и способы их изучения. Спектр времен релаксации. Влияние температуры на скорость релаксации. Принцип температурно-временной эквивалентности.</p> <p>Уравнение Вильямса-Лэндела-Ферри. Релаксация напряжения и деформации в полимерах линейного и сетчатого строения. Явление механического гистерезиса.</p> | <p>ОПК-1.1,</p> <p>ОПК-1.2,</p> <p>ОПК-1.3</p> |
| | | | <p>Тема 2.3</p> <p>Вязкотекучее и высокоэластическое состояние полимеров</p> | <p>Вязкотекучее состояние полимеров.</p> <p>Особенности течения полимеров.</p> <p>Аномалия вязкости. Тиксотропия и реопексия. Ориентация макромолекул при течении.</p> <p>Ньютоновская и неньютоновская вязкости. Кривые течения и реологические константы полимеров.</p> <p>Явление эластической турбулентности и срыва струи.</p> | <p>ОПК-1.1,</p> <p>ОПК-1.2,</p> <p>ОПК-1.3</p> |

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|----------------------------------|
| | | | | <p>Эффекты Баруса и Вайссенберга. Высокоэластическое состояние полимеров. Термоэластопласты и сетчатые эластомеры. Основы термодинамики высокоэластической деформации. Природа упругих сил. Кинетическая теория высокоэластичности, основные предпосылки и выводы. Отклонения от классической теории. Уравнения одноосной деформации растяжения Бартенева и Муни-Ривлина.</p> | |
| 3 | <p>Прочность полимеров. Адгезия полимеров. Теплофизические и электрические свойства полимеров. Растворы полимеров. Биополимеры.</p> | | <p>Тема 3.1 Прочность и адгезия полимеров</p> | <p>Понятие о теоретической прочности полимеров. Статистическая теория прочности полимеров. Механизм разрушения полимеров. Теория Гриффита и ее недостатки. Влияние других факторов. Долговечность полимеров. Механическая модель. Формулы Журкова и Бартенева для статической долговечности полимеров. Динамическое нагружение полимеров. Адгезия полимеров. Понятие об адгезии аутогезии, адгезиве и субстрате. Теории адгезии: механическая, электрическая, молекулярная, реологическая.</p> | <p>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</p> |
| | | | <p>Тема 3.2 Теплофизические и электрические свойства полимеров</p> | <p>Теплоемкость полимеров. Влияние температуры на теплоемкость. Теплоемкость наполненных полимеров. Теплопроводность полимеров. Влияние температуры на теплопроводность. Теплопроводность наполненных полимеров. Температуропроводность полимеров. Тепловое расширение полимеров. Электрические свойства полимеров. Понятие об удельной объемной и поверхностной проводимости полимеров. Классификация материалов по электропроводимости.</p> | |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|--|
| | | | | <p>Механизмы электропроводимости: зонный, туннельный и механизм перескоков. Диэлектрическая проницаемость и потери полимеров. Электрическая прочность: электроны пробой, тепловой пробой. Свойства полимерных электретов</p> | |
| | | | <p>Тема 3.3 Растворы полимеров. Биополимеры</p> | <p>Основные признаки истинного раствора и коллоидной системы. Набухание полимеров. Термодинамика растворения. Фазовое равновесие в системе полимер-растворитель. Коэффициент вязкости растворов полимеров. Характеристическая вязкость полимеров. Коллоидные полимерные системы. Биополимеры. Определение биополимеров. Основные представители. Простые и сложные биополимеры. Конформации белков. Денатурация и ренатурация белков. Функциональное назначение белков. Ферменты. Механизм ферментативных реакций. Мультиферментные системы.</p> | |
| 4 | <p>Методы получения полимеров. Основные понятия о химизме полимеризации. Термодинамика полимеризации.</p> | | <p>Тема 4.1 Общие вопросы полимеризации Термодинамика полимеризации и</p> | <p>Общие вопросы процессов полимеризации. Типы мономеров. Элементарные стадии полимеризации. Природа активных Центров и виды реакций полимеризации. Остановка роста цепей методами обрыва и переноса. Термодинамические основы процесса полимеризации. Возможность деполимеризации. Теплота и энтропия полимеризации.</p> | <p>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</p> |
| 5 | <p>Радикальная полимеризация: способы инициирования, рост и обрыв цепи, перенос кинетической цепи.</p> | | <p>Тема 5.1 Инициирование и рост цепи в радикальной полимеризации</p> | <p>Различные способы инициирования радикальной полимеризации. Эффективность инициирования и понятие «эффекта клетки». Представители инициаторов. Окислительно-восстановительные системы. Рост цепи и различные структуры</p> | <p>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3</p> |

| | | | | | |
|---|--|--|---|---|---------------------------|
| | Кинетика полимеризации. | | | получающихся полимеров. | |
| | | | Тема 5.2 Обрыв и перенос цепи. Кинетика полимеризации | Основные реакции обрыва цепей. Регулирование молекулярной массы полимеров. Причины образования разветвленных и сшитых полимеров. Кинетика радикальной полимеризации. Зависимость скорости полимеризации и молекулярной массы полимера от различных факторов | |
| 6 | Ионная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. Ионно-координационная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. | | Тема 6.1 Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. | 15. Основные причины ионной и радикальной полимеризации. Формы существования активных центров и влияние природы растворителя. Катионная полимеризация. Типы катализаторов и способы инициирования. Рост цепи при полимеризации разных типов мономеров. Особенности полимеризации диеновых углеводородов. Реакции обрыва цепи и возможности переноса цепи. Влияние температуры на катионную полимеризацию. Анионная полимеризация. Способы образования карбанионов. Реакции роста цепи. Возможности координации и образования полимеров регулярного строения. Влияние природы металла и полярности среды на структуру полимеров диеновых углеводородов. Полимеризация гетероциклов. Реакции остановки роста цепей. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 6.2 Ионно-координационная полимеризация | Полимеризация под действием соединений переходных металлов. Природа активных центров. Роль неорганических лигандов. Катализаторы типа Циглера-Натта, механизм их действия при полимеризации ненасыщенных мономеров. Условия получения 1,4-цис-звеньев при получении ненасыщенных каучуков. Реакции обрыва цепи и возможности | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---|---------------------------|
| | | | | регулирования молекулярной массы. Полимеризация с раскрытием циклов. Возможности получения новых типов полимеров. Механизм реакций роста и обрыва цепи. | |
| 7 | Сополимеризация. Дифференциальный и интегральный составы полимеров. Способы синтеза сополимеров. Поликонденсация и её отличия от полимеризации. Кинетика поликонденсации. Способы поликонденсации. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные и макромолекулярные реакции. | | Тема 7.1 Сополимеризация и равновесная поликонденсация | Различные виды сополимеров. Дифференциальный интегральный составы сополимеров. Константы сополимеризации. Уравнение сополимеризации и его анализ. Кинетика сополимеризации. Чередующиеся сополимеры, важнейшие представители и способы их синтеза. Синтез термоэластопластов и сополимеров на основе олигомеров. Привитые сополимеры важнейшие представители и способы их синтеза. Поликонденсация. Отличия поликонденсации от полимеризации. Типы реакций поликонденсации. Влияние функциональности исходных реагентов на строение полимеров. Кинетика поликонденсации. Равновесная поликонденсация, роль обратных реакций. Влияние соотношения реагентов на молекулярную массу полимера. Причина остановки роста цепей. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |
| | | | Тема 7.2 Неравновесная поликонденсация и химические превращения полимеров | Сополиконденсация. Неравновесная поликонденсация. Реакции межфазной поликонденсации. Химические превращения. Типы полимераналогичных превращений; макромолекулярные реакции. Реакции деструкции: термические, механодеструкция; Термоокислительная деструкция. Металлоценовый катализ в синтезе полимеров. | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 |

6. Содержание практических занятий

Практические занятия для дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Целью лабораторных работ дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» является получение бакалаврами экспериментальных данных, показывающих влияние химической и физической структуры полимера на его физико-химические свойства. Кроме того, ставится цель научить студентов основным методам получения полимеров.

| № п/п | Раздел дисциплины | Часы | Наименование лабораторной работы | Краткое содержание | Формируемые компетенции |
|-------|--|------|---|--|-------------------------|
| 1 | Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Механические и релаксационные свойства полимеров. Вязкотекучее и высокоэластическое состояние полимеров. | 6 | Механодеформационные свойства сетчатых эластомеров. *Работа проводится в лаборатории 113 корпуса «Б». | Студенты на японской машине «Shimadzu» снимают зависимость «напряжение деформации» двух сетчатых полимеров, разной степени сшивания, определяют им модули упругости, рассчитывают плотность сшивания. Делают выводы из проделанной работы. | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 |
| 2 | Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Механические и релаксационные свойства полимеров. Вязкотекучее и высокоэластическое состояние полимеров. | 6 | Ползучесть и восстанавливаемость сетчатых эластомеров. *Работа проводится в лаборатории 110 корпуса «Б». | Студенты из проделанной работы ознакамливаются с такими релаксационными явлениями в полимерах как ползучесть и восстанавливаемость. По полученным экспериментальным данным делают выводы о влиянии степени сшивания на эти процессы. | ОПК-1 ОПК-2 |
| 3 | Термодинамическая и кинетическая гибкость. Физические состояния полимеров. | 6 | Определение плотности энергии когезии полимеров. *Работа проводится в лаборатории 110 корпуса «Б». | Студенты методом равновесного набухания разных по полярности полимеров в серии различных растворителей определяют энергию когезии полярного и неполярного полимеров. | ОПК-2 ОПК-3 |

| | | | | | |
|---|--|----|--|--|-------------------------|
| | | | | По полученным данным делают вывод о влиянии полярности полимера на плотность энергии когезии. | |
| 4 | Прочность полимеров. Адгезия полимеров. Теплофизические и электрические свойства полимеров. Растворы полимеров. Биополимеры. | 6 | Кинетика набухания сетчатых эластомеров. *Работа проводится в лаборатории 110 корпуса «Б». | Путем определения массовой степени набухания сетчатого эластомера в двух разных по природе растворителей определяют константы скорости набухания и максимальной степени набухания. Сравнивая параметры растворимости каучука и растворителей, делают вывод о влиянии степени термодинамического сродства на скорость и степень набухания полимера в конкретном растворителе. | ОПК-1 ОПК-2 |
| 5 | Кристаллическое и аморфное состояние полимеров. Механические и релаксационные свойства полимеров. Вязкотекучее и высокоэластическое состояние полимеров. | 11 | Релаксация напряжения сетчатых эластомеров. *Работа проводится в лаборатории 110 корпуса «Б». | Работа проводится на релаксометре одноосного растяжения в течение двух недель. По полученной кривой падения напряжения рассчитываются константы скорости различных химических и физических процессов релаксации сетчатого эластомера. | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 |
| 6 | Радикальная полимеризация: способы инициирования, рост и обрыв цепи, перенос кинетической цепи. Кинетика полимеризации. | 13 | Радикальная полимеризация стирола. *Работа проводится в лаборатории 115 корпуса «Б». | Снижается в серии разных колб кинетика радикальной полимеризации стирола. Рассчитываются константы скорости полимеризации, конверсия мономера и выход полистирола. | ОПК-1 ОПК-3 |

| | | | | | |
|---|--|----|--|--|----------------|
| 7 | Ионная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. Ионно-координационная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв и перенос цепи. | 13 | Катионная полимеризация стирола. *Работа проводится в лаборатории 115 корпуса «Б». | В серии из трёх колб снимается кинетика катионной полимеризации стирола. Рассчитываются константы скорости полимеризации, конверсия мономера и выход полистирола. Данные сравниваются с данными на радикальной полимеризации стирола. Делаются выводы. | ОПК-1 ОПК-3 |
| 8 | Сополимеризация. Дифференциальный и интегральный составы полимеров. Способы синтеза сополимеров. Поликонденсация и её отличия от полимеризации. Кинетика поликонденсации. Способы поликонденсации. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные и макромолекулярные реакции. | 11 | Получение Найлона 6,6 методом поликонденсации. *Работа проводится в лаборатории 115 корпуса «Б». | Методом межфазной поликонденсации из диамина и дихлорангидрида получается полиамид. Студенты определяют выход продукта и на ИК-спектрометре убеждаются в получении полиамида | ОПК-1 ОПК-3 |

8. Самостоятельная работа бакалавра

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу | Часы | Форма СРС | Формируемые компетенции |
|-------|---|------|---|-------------------------|
| 1 | Коллоквиум 1 | 10 | Подготовка к сдаче коллоквиума 1. Обработка лабораторной работы | ОПК-1; ОПК-2; |
| 2 | Коллоквиум 2 | 10 | Подготовка к сдаче коллоквиума 2. Обработка лабораторной работы | ОПК-1; ОПК-2; |

| | | | | |
|----|---------------|----|---|------------------------|
| 3 | Коллоквиум 3 | 10 | Подготовка к сдаче коллоквиума 3 Обработка лабораторной работы. | ОПК-1; ОПК-2; |
| 4 | Коллоквиум 4 | 10 | Подготовка к сдаче коллоквиума 4 Обработка лабораторной работы. | ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3 |
| 5 | Коллоквиум 5 | 10 | Подготовка к сдаче коллоквиума 5 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 6 | Коллоквиум 6 | 11 | Подготовка к сдаче коллоквиума 6 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 7 | Коллоквиум 7 | 11 | Подготовка к сдаче коллоквиума 7 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 8 | Коллоквиум 8 | 4 | Подготовка к сдаче коллоквиума 8 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 9 | Коллоквиум 9 | 1 | Подготовка к сдаче коллоквиума 9 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 10 | Коллоквиум 10 | 2 | Подготовка к сдаче коллоквиума 10 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 11 | Коллоквиум 11 | 1 | Подготовка к сдаче коллоквиума 11 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |
| 12 | Коллоквиум 12 | 1 | Подготовка к сдаче коллоквиума 12 Обработка лабораторной работы. | ОПК-2; ОПК-3 |

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

4 семестр обучения

| Оценочные средства | Количество | Минимум баллов (базовый уровень) | Максимум баллов (базовый уровень) |
|---------------------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Лабораторная работа | 9 | 20 | 40 |
| Индивидуальная самостоятельная работа | 54 | 40 | 60 |
| Итого | | 60 | 100 |

5 семестр обучения

| Оценочные средства | Количество | Минимум баллов (базовый уровень) | Максимум баллов (базовый уровень) |
|---------------------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Лабораторная работа | 9 | 12 | 20 |
| Индивидуальная самостоятельная работа | 63 | 24 | 35 |
| Экзамен | 45 | 24 | 45 |
| Итого | | 60 | 100 |

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.27 «Физико-химия высокомолекулярных соединений» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| Основные источники информации | Кол-во экз. |
|---|--|
| 1. Физические и химические процессы при переработке полимеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Л. Кербер [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НОТ, 2013. — 314 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/35861 , по паролю.- ЭБС «Лань» | ЭБС «IPR BOOKS» https://e.lanbook.com/book/ Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ |
| 2. Барсукова, Л. Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов : учебное пособие / Л. Г. Барсукова, Г. Ю. Вострикова, С. С. Глазков. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 146 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30852.htm | ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/30852.htm Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ |
| 3. Карасёва, С. Я. Технология полимеров. Поликонденсация : учебное пособие / С. Я. Карасёва, Ю. А. Дружинина, Е. Л. Красных. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 123 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/90950.html | ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/90950.html Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ |

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| Дополнительные источники информации | Кол-во экз. |
|---|--|
| 1. Ключникова, Н. В. Практикум по химии и физике полимеров : учебное пособие / Н. В. Ключникова, Н. В. Дробницкая. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 176 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/89855.html | ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/89855.html Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ |
| 2. Химия высокомолекулярных соединений : методические указания к лабораторным работам / составители Т. А. Вахонина, Е. Н. Мочалова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 48 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63547.html | ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/63547.html Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ |

11.3 Электронные источники информации

| | |
|--|--|
| <p>Давлетбаева, Е. И. Григорьев. — Казань : КНИТУ, 2020. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-2807-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/196059 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p> | <p>Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP - адресов НХТИ</p> |
|--|--|

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Сырье и материалы производства синтетических каучуков» в качестве электронных источников информации рекомендуется использовать:

1. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <https://www.urait.ru>
2. ЭБС «Znanium» - Режим доступа: <http://znanium.com>
3. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Сырье и материалы производства синтетических каучуков» в качестве профессиональных баз данных и информационных справочных систем применяют:

1. База данных. Термические Константы Веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl?show=welcome.html>, свободный.
2. База данных PubChem [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, свободный.
3. База данных NIST Chemistry WebBook[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>, свободный.

Согласовано:

зав. отделом

по библиотечному обслуживанию

 В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

12.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия:

- учебного кабинета: 408 «Аудитория для проведения практических, лекционных занятий»,

Оборудование учебного кабинета: Столы, скамьи, доска ученическая. Процессор «Пентиум 2», проектор Epson-X3; монитор. Набор учебно-наглядных пособий: комплект наглядных материалов для выполнения графической части курсовых и выпускных проектов на стендах. Программное обеспечение: WindowsXP, MicrosoftOffice 2007, АнтивирусКасперского.

- лабораторий:

105 «Лаборатория синтетического каучука»,

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории: Столы, стул, скамьи, доска ученическая. Шкаф вытяжной; весы технические с точностью до 0,01г.; весы аналитические с точностью 0,0001г.; баня водяная многоместная; вакуумный масляный насос; прямоугольный сушильный шкаф; термостат; весы аналитические N1434.1454, перемешивающее устройство ПЭ-6410; рулонный настенный экран; термостат ТЖ-ТС-01П; холодильник Свияга 404-1, хроматограф "Кристаллюкс-400М", компьютер, железный шкаф. Набор учебно-наглядных пособий: Стойка для чертежей, лабораторная установка пиролиза, макет установки завода ПАО Нижнекамскнефтехим..

103 «Лаборатория подготовки сырья»,

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории: Колба К-1-500-29/32; вакуумный насос; роторный масляный 2-х ступенчатый насос; вытяжной шкаф; весы электронные лабораторные AJ-320 CE; сушильный шкаф, шаровая мельница, стол для полярографа с полкой; баллон с гелием, мини пресс, доска ученическая..

Электронный читальный зал (кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций) 423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, пр. Строителей, 47 Оснащение помещения - столы; стулья; персональные компьютеры с выходом в Интернет; принтер; сканер; ксерокс.

13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах): очная/очно-заочная

| Тема | Вид занятия | Интерактивная форма | часы |
|--------|---------------------|------------------------------|------|
| Тема 1 | Лекции | Работа со слайдами | 1 |
| | | Студенты в роли экспертов | |
| | Лабораторная работа | Выполнение групповых заданий | 2 |
| Тема | Лекции | Работа со слайдами | 2 |

| | | | |
|--------|---------------------|---|----|
| 2 | | Студенты в роли экспертов | |
| | Лабораторная работа | Выполнение групповых заданий, расчетные задания | 4 |
| Тема 3 | Лекции | Работа со слайдами | 2 |
| | | Студенты в роли экспертов | |
| | | Мозговой штурм | |
| | Лабораторная работа | Выполнение групповых заданий, расчетные задания | 4 |
| Тема 4 | Лекции | Работа со слайдами | 2 |
| | | Студенты в роли экспертов | |
| | Лабораторная работа | Выполнение групповых заданий, расчетные задания | 5 |
| Тема 5 | Лекции | Работа со слайдами | 1 |
| | | Студенты в роли экспертов | |
| | Лабораторная работа | Выполнение групповых заданий, расчетные задания | 5 |
| | | Мозговой штурм | |
| Тема 6 | Лекции | Работа со слайдами | 1 |
| | | Студенты в роли экспертов | |
| | Лабораторная работа | Обсуждение с преподавателем полученных данных | 3 |
| | | Мозговой штурм | |
| Итого | Лекции | | 9 |
| | Лабораторная работа | | 23 |

