

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«28» ____ 06 ____ 2022 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.02

Физика и химия полимеров, синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений

Учебный план: 2022-2023 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОЗО №1-2-93.plx

Кафедра: **32** Наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им.
А.И.Меоса

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Наноинженерия, композиты и биоматериалы

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоёмкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации | |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|---------|
| | Лекции | Лаб. занятия | | | | | |
| 6 | УП | 34 | 34 | 85 | 27 | 5 | Экзамен |
| | РПД | 34 | 34 | 85 | 27 | 5 | |
| Итого | УП | 34 | 34 | 85 | 27 | 5 | |
| | РПД | 34 | 34 | 85 | 27 | 5 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Хохлова Валентина
Александровна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им. а.и.меоса

Лысенко Александр
Александрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Лысенко Александр
Александрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области физики и химии полимеров, а также в области синтеза, структуры и их влияния на свойства высокомолекулярных соединений

1.2 Задачи дисциплины:

- рассмотреть теоретические основы химии и физики полимеров
- представить основные методы синтеза высокомолекулярных соединений с точки зрения кинетики и термодинамики процессов
- сформировать целостное представление о взаимосвязи методов синтеза и превращений полимеров со структурой и свойствами полимерных материалов
- отразить новейшие достижения полимерной науки и производства
- выработать навыки проведения эксперимента при работе с полимерами и системами на их основе

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Органическая химия

Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))

Общая и неорганическая химия

Математика

Физика

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебная практика (ознакомительная практика)

Русский язык и культура речи

Экология

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| ПК-2: Способен разрабатывать опытные образцы наноструктурированных композиционных материалов |
| Знать: строение и основы синтеза полимеров, взаимосвязь структуры и свойств основных классов полимерных материалов и высокомолекулярных соединений |
| Уметь: давать сравнительную оценку свойств полимерных материалов и высокомолекулярных соединений различных классов |
| Владеть: навыками синтеза полимерных материалов и высокомолекулярных соединений и их анализа с использованием химических и физико-химических методов |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|--|---------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Понятие химии высокомолекулярных соединений | 6 | | | | | Т |
| Тема 1. Введение. История развития химии высокомолекулярных соединений. Роль полимеров в развитой экономике | | 1 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 2. Основные понятия химии полимеров, общие свойства. Строение полимеров, типы связей в полимерах, их классификация Лабораторное занятие: Знакомство с правилами техники безопасности. Правила ведения рабочего журнала, оформляемого в соответствии с правилами метрологии и стандартизации. Свойства полимеров. Растворимость, термопластичность. | | 1 | 2 | 6 | ИЛ | |
| Раздел 2. Синтез высокомолекулярных соединений | | | | | | Т |

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| Тема 3. Основные методы синтеза высокомолекулярных соединений, кинетическая схема реакций синтеза полимеров и методы ее обработки | 1 | | 6 | ИЛ |
| Тема 4. Типы реакций цепной полимеризации. Термодинамика и кинетика радикальной полимеризации. Кинетика ионной полимеризации. Строение полимеров, атактические и стереорегулярные полимеры. Практические методы полимеризации и их особенности. Лабораторное занятие: Синтез полимеров по реакции цепной полимеризации. Исследование процесса радикальной полимеризации виниловых мономеров (метакриловой кислоты) от условий проведения реакции: продолжительности и температуры, характера и количества инициатора. Исследование процесса радикальной полимеризации виниловых мономеров (винилацетата, стирола, метилметакрилата) в блоке, растворе, эмульсии и суспензии. | 4 | 5 | 8 | ИЛ |
| Тема 5. Сополимеризация, константы сополимеризации, их физический смысл, методы определения констант сополимеризации. Статистические, привитые и блоксополимеры. Методы синтеза и свойства привитых и блоксополимеров, влияние структуры полимера-матрицы на кинетику и топохимию привитой полимеризации. | 2 | | 6 | ИЛ |

| | | | | |
|--|---|---|---|----|
| Тема 6. Поликонденсация, кинетика поликонденсации. Совместная поликонденсация. Технические способы проведения поликонденсации. Лабораторное занятие: Синтез полимеров по реакции поликонденсации: синтез линейных поликонденсационных полимеров на основе соли АГ, совместная поликонденсация соли АГ и капролактама. | 4 | 3 | 8 | ИЛ |
| Тема 7. Ступенчатая полимеризация, термодинамика процесса, механизм и кинетика процесса. Раскрытие гетероциклов. Лабораторное занятие: Полимеризация циклических соединений: полимеризация капролактама в присутствии активаторов. | 2 | 4 | 8 | ИЛ |
| Тема 8. Основные типы и особенности реакций полимеров, влияние макромолекулярного строения полимеров на кинетику реакций функциональных групп в цепях полимеров и строение продуктов реакции: реакции полимераналогичных превращений, реакции деструкции полимеров, реакции межмолекулярного взаимодействия в полимерных цепях. Лабораторное занятие: Реакция в цепях полимера (полимераналогичные превращения): взаимодействие поливинилспиртового волокна с формальдегидом, этерификация ПВС-волокна малеиновым ангидридом. | 3 | 9 | 8 | ИЛ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|----|---|
| Раздел 3. Физико-химия и физика полимеров | | | | | |
| Тема 9. Структура полимеров. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Релаксационные состояния полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры: кристаллизация полимеров, термодинамика и кинетика кристаллизации. Стеклование полимеров. Жидко-кристаллические полимеры. Специфика фазовых переходов полимеров. Лабораторное занятие: Исследование температурной зависимости деформации полимеров. | 4 | 3 | 6 | ИЛ | О |
| Тема 10. Надмолекулярная структура полимеров. Методы исследования молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров. | 2 | | 5 | ИЛ | |
| Тема 11. Деформационные и прочностные свойства полимеров. Диаграмма нагрузка-удлинение, ее анализ. Ориентация и релаксация полимеров. Полимерные изделия. Состав и классификация пластмасс. Методы переработки полимеров. | 4 | | 6 | ИЛ | |
| Раздел 4. Система полимер-низкомолекулярная жидкость | | | | | Л |

| | | | | | |
|--|------|----|-------|----|--|
| Тема 12. Набухание и растворение полимеров. Растворы высокомолекулярных соединений, кинетика и термодинамика растворения, разбавленные и концентрированные растворы полимеров. Свойства растворов. Фазовые превращения в растворах полимеров, фазовые диаграммы. Лабораторное занятие: Набухание: определение объемного и массового числа набухания целлюлозы в щелочи. Определение вязкости концентрированных и разбавленных растворов полимеров и низкомолекулярных веществ. | 2 | 2 | 6 | ИЛ | |
| Тема 13. Форма макромолекул и молекулярная масса, методы их оценки. Первичная структура и гибкость макромолекул, факторы, их определения. Лабораторное занятие: Изучение методов оценки молекулярной массы полимеров: определение молекулярной массы полимеров вискозиметрическим и химическим методами. | 2 | 6 | 6 | ИЛ | |
| Тема 14. Коллоидные полимерные системы, дисперсии, латексы. Механизмы их стабилизации. Пластификация полимеров, физико-химическая сущность пластификации. | 2 | | 4 | ИЛ | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 34 | 34 | 85 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен) | 2,5 | | 24,5 | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | 70,5 | | 109,5 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|---|---|
| ПК-2 | Излагает принципы классификации номенклатуры полимеров. Оценивает свойства карбоцепных и гетероцепных полимеров с позиции возможных областей их применения. Разрабатывает методы синтеза полимерных материалов и исследует их строение и свойства с использованием современной приборной техники, оценивает взаимосвязь структуры и свойств основных классов полимерных материалов. | Вопросы устного собеседования Тестовые задания Практико-ориентированные задания |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|-------------------------|---|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| 5 (отлично) | Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета. | |
| 4 (хорошо) | Ответ стандартный, в целом качественный, но содержит неточности/незначительные ошибки. | |
| 3 (удовлетворительно) | Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. Имеются ошибки по нескольким темам, незнание важных терминов. | |
| 2 (неудовлетворительно) | Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины | |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|---|
| Семестр 6 | |
| 1 | Значение полимеров в экономике страны. |
| 2 | Понятие о полимерах, их отличие от низкомолекулярных соединений |
| 3 | Классификация и номенклатура полимеров. |
| 4 | Форма макромолекул, ее влияние на свойства полимеров. |
| 5 | Способы получения полимеров, привести примеры, охарактеризовать каждый из них. |
| 6 | Цепная полимеризация, определение, механизм реакции, примеры. |
| 7 | Типы реакций цепной полимеризации |
| 8 | Радикальная полимеризация, особенности, привести примеры. |
| 9 | Термодинамика и кинетика радикальной полимеризации |
| 10 | Особенности иницированной полимеризации, окислительно-восстановительная полимеризация, примеры. |
| 11 | Ионная полимеризация, особенности, привести примеры |
| 12 | Кинетика ионной полимеризации. Примеры анализа кинетических данных в ионной полимеризации |
| 13 | Катионная полимеризация, особенности, катализаторы, примеры |
| 14 | Анионная полимеризация, особенности, катализаторы, примеры |
| 15 | Технические способы осуществления полимеризации, достоинства и недостатки каждого метода |
| 16 | Изомерия полимеров. Стереорегулярные полимеры, получение, свойства |
| 17 | Сополимеризация, константы сополимеризации и их физический смысл |
| 18 | Методы определения констант сополимеризации |

| | |
|----|---|
| 19 | Статистические, привитые и блоксополимеры |
| 20 | Ступенчатая полимеризация, ее особенности, примеры. |
| 21 | Поликонденсация, особенности, примеры. |
| 22 | Кинетика поликонденсации |
| 23 | Линейные поликонденсационные полимеры, условия получения, примеры, способы формования из них волокон. |
| 24 | Пространственные поликонденсационные полимеры, условия получения, примеры |
| 25 | Совместная поликонденсация |
| 26 | Отличие поликонденсации от цепной полимеризации. |
| 27 | Технические способы осуществления поликонденсации. |
| 28 | Ступенчатая полимеризация, термодинамика процесса, механизм и кинетика процесса |
| 29 | Получение полимеров за счет раскрытия гетероциклов, особенности, примеры. Полимеризация капролактама. |
| 30 | Основные типы и особенности реакций полимеров |
| 31 | Химические реакции полимеров и направления модификации их свойств. |
| 32 | Влияние макромолекулярного строения полимеров на кинетику реакций функциональных групп в цепях полимеров и строение продуктов реакции |
| 33 | Деструкция полимеров и их стабилизация |
| 34 | Строение полимеров, релаксационные состояния полимеров |
| 35 | Агрегатные и фазовые состояния полимеров |
| 36 | Кристаллические и аморфные полимеры. |
| 37 | Кристаллизация полимеров, термодинамика и кинетика кристаллизации |
| 38 | Стеклование полимеров |
| 39 | Специфика фазовых переходов полимеров |
| 40 | Физическая структура полимеров, важнейшие структурные характеристики полимерных материалов. |
| 41 | Надмолекулярная структура полимеров |
| 42 | Методы исследования структуры полимеров |
| 43 | Деформационные свойства полимеров. Диаграмма нагрузка-удлинение |
| 44 | Ориентация и релаксация полимеров |
| 45 | Прочностные свойства полимеров. Механизм разрушения полимеров. Факторы, влияющие на прочность полимеров |
| 46 | Набухание и растворение полимеров |
| 47 | Коллоидные полимерные системы, дисперсии, механизмы их стабилизации |
| 48 | Растворы ВМС, кинетика и термодинамика растворения |
| 49 | Свойства растворов. Фазовые превращения в растворах полимеров, фазовые диаграммы |
| 50 | Реологические свойства разбавленных растворов полимеров |
| 51 | Реология концентрированных полимеров |
| 52 | Проницаемость ВМС, влияние фазового состояния и физической структуры полимеров на их проницаемость по отношению к газам и парам |
| 53 | Методы оценки сорбции, диффузии в полимерах |
| 54 | Молекулярная масса полимеров, методы определения среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы. |
| 55 | Методы переработки полимеров. |
| 56 | Полимерные изделия. Пластмассы. Состав пластмасс. |
| 57 | Основы переработки полимеров в волокна. Требования, предъявляемые к волокнообразующим полимерам. |
| 58 | Стадии получения химических волокон. |
| 59 | Способы формования химических волокон. Особенности получения волокон из расплава и раствора |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Пример вопроса 1 в тесте: Дать название полимеру, имеющему следующую структурную формулу: —
 $\text{CH}_2\text{—CH}(\text{OCONH}_2)\text{—}$

- Три варианта ответа: 1 - полиметакрилат
2 - полиакрилонитрил
3 - поливинилацетат (верный)

Пример вопроса 2 в тесте: Дать определение понятию «сегмент Куна»?

- Три варианта ответа: 1 - Сегмент Куна - это математическая абстракция, мера гибкости макромолекул, введенная для описания физических свойств полимеров законами идеальных систем; (верный)
2 - Сегмент Куна - это повторяющаяся имеющая одно и тоже химическое строение часть макромолекулы;
3 - Сегмент Куна - это часть круга.

Пример вопроса 3 в тесте: Почему полимеры, в отличие от низкомолекулярных веществ имеют интервал температур плавления, а не точку плавления?

- Три варианта ответа: 1 - из-за полидисперсности (верный);
2 - из-за высокой молекулярной массы;
3 - из-за большой длины макромолекул

Пример вопроса 4 в тесте: Укажите в каком случае имеет место цепная полимеризация?

- Три варианта ответа: 1 - реакция, происходящая с выделением побочных продуктов;
2 - реакция, в которой имеет место передача энергии по цепи; (верный)
3 - реакция, при которой происходит миграция атомов или групп атомов.

Пример вопроса 5 в тесте: Укажите какие вещества называются инициаторами?

- Три варианта ответа: 1 - вещества, которые ускоряют химические реакции;
2 - вещества, которые легко распадаются на ионы;
3 - вещества, которые распадаются на свободные радикалы (верный).

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Пример 1 - перечислить основные промышленные методы осуществления цепной полимеризации, их преимущества и недостатки.

Пример 2 - написать все стадии цепной полимеризации метакриловой кислоты.

Пример 3 - охарактеризовать конкретный полимер (целлюлоза, поливинилхлорид, крахмал, полистирол и т.д.), исходя из принципов классификации.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Во время проведения экзамена студент имеет возможность пользоваться справочниками. На подготовку ответа студенту отводится 30 минут, время на ответ — 20 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|--|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Хакимуллин, Ю. Н., Закирова, Л. Ю. | Химия и физика полимеров. Физические состояния полимеров | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/79597.html |
| Карасёва, С. Я., Дружинина, Ю. А., Красных, Е. Л. | Технология полимеров. Поликонденсация | Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ | 2018 | http://www.iprbookshop.ru/90950.html |
| Карасёва, С. Я., Сушкова, С. В. | Физико-химические свойства растворов полимеров | Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ | 2020 | http://www.iprbookshop.ru/105248.html |

| | | | | |
|--|---|--|------|---|
| Королев Г. В., Могилевич М. М. | Трехмерная радикальная полимеризация. Сетчатые и гиперразветвленные полимеры | Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/67363.html |
| Хакимуллин, Ю. Н., Закирова, Л. Ю. | Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2019 | http://www.iprbookshop.ru/109614.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Осовская И.И. | Дополнительные главы технологии Дополнительные главы технологии полимерных материалов. Физикохимические свойства хитина, хитозана и волокон на их основе полимерных материалов. Водорастворимые синтетические полимеры | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2021 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20215006 |
| Васильев М. П., Свердлова Н. И., Хохлова В. А., Ширшова Е. П. | Физика и химия полимеров. Синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений | СПб.: СПбГУПТД | 2015 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2602 |
| Брюяко, М. Г., Григорьева, Л. С., Орлова, А. М. | Химия и технология полимеров | Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ | 2016 | http://www.iprbookshop.ru/40956.html |
| В. А.Жуковский, Н. И. Свердлова, В. А. Хохлова, Л. М. Штягина | Физика и химия полимеров | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2020 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020453 |
| Дянкова Т.Ю. | Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза. Полимеры и растворители. | СПб.: СПбГУПТД | 2019 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019325 |
| Осовская И.И., Коновалова А.А., Суворова А.Н. | Пленкообразующие полимеры | Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2016 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201912918 |
| Галяветдинов, Н. Р., Талипова, Г. А., Сафин, Р. Р. | Технология обработки материалов: полимеры | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2020 | http://www.iprbookshop.ru/109617.html |
| Готлиб, Е. М., Черезова, Е. Н., Ильичева, Е. С., Медведева, К. А. | Эпоксидные сополимеры. Отверждение, модификация, применение в качестве клеев | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2014 | http://www.iprbookshop.ru/62355.html |
| Осовская И.И., Горбачев С.А. | Полимеры в биотехнологии и биоинженерии | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2019 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20195044 |
| Барсукова, Л. Г., Вострикова, Г. Ю., Глазков, С. С. | Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов | Москва: Ай Пи Ар Медиа | 2021 | http://www.iprbookshop.ru/108353.html |
| Груздева И. Г., Дмитрук В. В. | Полимеры и пластмассы | СПб.: СПбГУПТД | 2017 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20179253 |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookschop.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные работы проводятся в лаборатории, оборудованной вытяжными шкафами, весами аналитическими, комплектами посуды и оборудования для проведения лабораторных работ по физико-химии полимеров, синтезу, структуре и свойствам высокомолекулярных соединений.

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |