

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«31» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Высокомолекулярные соединения

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

04.03.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:

«Общая химия»

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №2 от 14.05.2021)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.03.01 «Химия» (программа бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки от 17 июля 2017 г. №671.

Год (годы) приема на обучение 2021/2022

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.Б Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.С.1 Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации с использованием требований системного подхода	Уметь: находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации Уметь: сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность Владеть навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта
	УК-1.С.2 Формулирует научно обоснованные гипотезы, создает теоретические модели явлений и процессов	Уметь: формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных
УК-2.Б Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.Б.1 Использует современные базы данных для поиска информации по заданной теме	Уметь: использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности Владеть: навыками обмена профессиональной информации с учетом основных требований информационной безопасности
	УК-2.Б.2 Использует современные информационные технологии для обмена информацией в деловой и профессиональной сфере с учетом основных требований информационной безопасности	Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)
УК-4.Б Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федера-	УК-4.Б.1 Осуществляет письменную и устную коммуникацию на русском и (или) иностранном языке в академической сфере	Уметь: выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профес-

ции и иностранном(ых) языке(ах)		сиональной сферах
УК-8.Б Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-4.Б.3. Работает с текстами разного уровня сложности, отвечающими задачам профессиональной деятельности	Уметь: работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности
ОПК-1.Б Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	УК-8.Б.1 Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности	Знать: нормы техники безопасности при работе в лаборатории Уметь: проводить стандартные операции по определению состава веществ и материалов с соблюдением норм ОХ и ТБ Владеть: навыками безопасного обращения с веществами и приборами при работе в лаборатории
ОПК-1.Б Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	ОПК-1.Б.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	Уметь: анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал, решать конкретные задачи по лекционному материалу курса «Высокомолекулярные соединения»
	ОПК-1.Б.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знать: основы науки о полимерах и области их практического использования; Владеть: современными представлениями о полимерном состоянии вещества как особой форме существования веществ, качественно отличной от низкомолекулярных веществ, о перспективах развития этой науки и разнообразных областях применения полимеров Владеть: современными представлениями о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств
ОПК-2.Б Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент,	ОПК-2.Б.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Уметь: работать с высокомолекулярными соединениями с использованием норм техники безопасности

включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием		
	ОПК-2.Б.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: теоретические основы физико-химических методов исследования свойств полимеров
	ОПК-2.Б.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Владеть: экспериментальными методами определения важнейших физико-химических и механических свойств полимерных систем
ОПК-3.Б Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3. Б.1 Оценивает свойства веществ и материалов, прогнозирует результаты химических процессов с использованием современных расчетно-теоретических методов и представлений	Уметь: оценить корректность результатов теоретических расчетов свойств полимерных систем Уметь: проводить математическую обработку экспериментальных данных, обобщать полученные результаты Владеть: простейшими расчетными методами решения задач в области химии полимеров
ОПК-4.Б Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.Б.3 Предлагает математические и (или) физические модели, используемые при представлении химических процессов	Знать: способы аналитического описания физико-химических и механических свойств полимерных систем Уметь: выбирать адекватные модели для описания полимерных систем
ОПК-6.Б Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.Б.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знать: требования к оформлению и представлению результатов работ в области химии высокомолекулярных соединений Уметь: получать экспериментальные данные о свойствах полимерных систем, проводить их математическую обработку

3. Объем дисциплины (модуля) составляет **6** зачетных единицы, всего **216** часов, из которых **166** часа составляет контактная работа студента с преподавателем (**40** часов занятия лекционного типа, **40** часов – занятия семинарского типа, **80** часов – лабораторные занятия, **2** часа – групповые консультации, **4** часов – промежуточный контроль успеваемости), **50** часов составляет самостоятельная работа студента

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

Знать: теоретические основы физической, аналитической и органической химии.

Уметь: грамотно оформлять результаты химических и физико-химических опытов.

Владеть: навыками статистической обработки результатов измерений

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные занятия	Групповые консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Общие представления о полимерах	6	2	2	-			4			2
Растворы полимеров	28	6	6	14			26			2
Полиэлектролиты	24	4	4	14			22			2

Синтез полимеров	38	10	10	14			34			4
Химические реакции с участием макромолекул	28	6	6	12			24			4
Структура полимеров	28	6	6	14			26			2
Механические свойства полимеров	26	6	6	12			24			2
Промежуточная аттестация <u>экза-</u> <u>мен</u>	38				2	4	6			32
Итого	216	40	10	80	2	4	166			50

Список лабораторных работ

№ раздела	№ ЛР	Наименование лабораторных работ
1	1	Фазовый анализ систем полимер – растворитель.
	2	Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров.
	3	Изучения свойств макромолекул в растворах методом светорассеяния.
2	1	Вискозиметрия разбавленных растворов полиэлектролитов.
	2	Изучение реакций комплексообразования макромолекул полиэлектролитов.
	3	Потенциометрическое титрование полиэлектролитов.
3	1	Изучение кинетики радикальной полимеризации методом дилатометрии.
	2	Изучение реакций сополимеризации двух мономеров.
4	1	Деполимеризация полимеров.
	2	Полимераналогичные реакции полимеров на примере гидролиза поливинилацетата.
	3	Межмакромолекулярные реакции типа «матрица – олигомер».
	4	Термогравиметрический анализ полимеров.
5	1	Рентгеноструктурный анализ полимеров.
	2	Поляризационная оптическая микроскопия кристаллических полимеров.

	3	Изучение кинетики кристаллизации полимеров методом дилатометрии.
6	1	Основы термомеханического анализа полимеров.
	2	Основы динамометрического анализа полимеров.
	3	Релаксация напряжения в эластомерах.
	4	Изучение гистерезисных явлений в эластомерах в режиме «растяжение-сокращение».
	5	Компьютерное моделирование деформационных процессов полимерных материалов.

6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

- Наиболее известные и крупнотоннажные полимеры (название и формулы).
- Конфигурационная изомерия для полимеров винилового и диенового рядов.
- Моделирование и расчет размеров макромолекулярного клубков.
- Расчет молекулярных масс и молекулярно-массового распределения полидисперсных полимеров.
- Критерии растворимости полимеров.
- Критические температуры растворения и возможные типы фазовых диаграмм.
- Отклонения от идеальности и качество растворителя.
- Расчет средневязкостной молекулярной массы.
- Оценка изоионной и изоэлектрической точек полиамфолитов.
- Определение молекулярной массы полиэлектролита.
- Оценка энергии Гиббса конформационных переходов полиэлектролитов.
- Определение критической молекулярной массы полиэлектролита для протекания кооперативных реакций.
- Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Расчет равновесной концентрации мономера.
- Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Расчет критических температур полимеризации.
- Радикальная полимеризация. Расчет молекулярной массы их кинетических данных.
- Ионная полимеризация. Расчет молекулярной массы их кинетических данных.

Вулканизация каучуков. Влияние степени вулканизации на модуль упругости материала.
 Получение новых полимеров с использованием полимераналогичных реакций.
 Механодеструкция полимеров. Пластикация.
 Понятие о межплоскостных расстояниях. Расчет большого периода и периода идентичности из рентгенографических данных.
 Надмолекулярные и морфологические структуры полукристаллических полимеров.
 Определение температуры стеклования и температуры плавления из данных динамометрического анализа.
 Расчет величины термодинамического и кинетического сегментов.

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу. Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются:
<http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. Ю.Д. Семчиков «Высокомолекулярные соединения», Учебник, М.Изд «Академия». 2006, 386 с.
2. В.В. Киреев. Высокомолекулярные соединения. Учебник. М., изд-во Высшая школа, 1992
3. Высокомолекулярные соединения. Учебник, под ред. Зезина А.Б. М.:Юрайт, 2016, 2019 гг.

Дополнительная литература

1. В.Н. Кулезнёв, В.А. Шершнёв Химия и физика полимеров, Учебник М. КолосС, 2007
2. Энциклопедия полимеров, М.Изд. БСЭ, т.т.1-3 1977
3. Химическая энциклопедия, Изд. БРЭ, т.т. 1-5, 1988-1998

Периодическая литература; Журнал «Высокомолекулярные соединения»

Интернет-ресурсы

1. vmsmsu.ru

Материально-техническое обеспечение – лекционная аудитория (поточная) с техникой для презентация материала;
601 Лабораторное помещение, рассчитанное на **20** рабочих мест, оснащенное специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой; Катетометры - 5 шт; термостаты - 5шт; секундомеры - 10шт; аналитические весы - 2 шт; технические весы - 1 шт; спектрофотометр - 1 шт; компьютер с п/о для спектрофотометра - 1

шт; принтер - 3 шт; компьютер - 6 шт; электрические плитки - 2 шт; электрические мешалки - 5 шт; столики подъемные - 2 шт; рН-метры и электроды универсальные для рН-метров - 2шт; сушильный шкаф - 3 шт.

602 Лабораторное помещение, рассчитанное на **8** рабочих мест, оснащенное специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой; Дериватограф - 1 шт; Компьютер- 1 шт; Принтер- 1 шт

604 Лабораторное помещение, рассчитанное на **9** рабочих мест, оснащенное специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой; Лампа компарационная - 2 шт; Трансформатор лабораторный ЛАТР-1М - 5 шт; Термостат масляный - 1 шт; Секундомер - 4 шт; Поляризационный микроскоп МИН-8 - 4шт; Потенциометр ЭПВ2-11А – 6 шт.

605 Лабораторное помещение, рассчитанное на **9** рабочих мест, оснащенное специальной химически стойкой лабораторной мебелью, лабораторной посудой; Разрывная машина с записью кривых нагрузка-деформация - 1 шт; Динамометр с записью кривых растяжения - 4 шт; Гидравлический пресс - 3шт; Потенциометр ЭПВ2-11А - 3шт; Трансформатор лабораторный ЛАТР-1М - 4 шт; Компьютер - 4 шт; Принтер - 2 шт; Термомеханический анализатор – 1 шт.

616 Лабораторное помещение, рассчитанное на **20** рабочих мест, оснащенное специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой; Термостат воздушный - 1шт; Термостат водный - 2 шт; Электрическая мешалка - 2 шт; Трансформатор лабораторный ЛАТР-2М - 2 шт; Термостат - 4шт ; Набор стеклянной посуды - 5 шт; рН-метр - 4 шт; Магнитная мешалка -4 шт;

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н., доцент Лысенко Евгений Александрович
сотрудники кафедры высокомолекулярных соединений

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

- Перечень вопросов к каждой задаче практикума представлен в методических разработках к практикуму, расположенных по адресу www.vmsmsu.ru

- **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите о специфических свойствах полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ.
2. Напишите конкретные химические реакции (не менее 3) синтеза полимеров.
3. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
4. Расскажите о способах регулирования молекулярной массы полимеров при их синтезе на конкретном примере.
5. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.

6. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
7. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
8. Расскажите о возможных различных конформационных состояниях макромолекул. Какие факторы определяют конформацию макромолекул и как количественно ее оценить.
9. Дайте краткую характеристику фазовым и физическим состояниям полимеров.
10. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 5).
11. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).
12. Привитые и блок-сополимеры. Реакции синтеза и особенности физико-механических свойств.
13. Релаксационные процессы в полимерах.
14. Долговечность полимерных материалов. Приведите несколько конкретных примеров существенного повышения долговечности полимерных материалов.
15. Явление пластификации полимеров.

• **Вопросы для домашних заданий**

1. Составить таблицу основных представителей крупнотоннажных синтетических полимеров (название и химические формулы).
2. Подготовить краткую презентацию по типам надмолекулярных структур кристаллических полимеров и методам их электронно-микроскопического исследования.
3. Составить таблицу «Классификация полимеров».

• **Образцы тестов:**

По теме «Синтез полимеров»

1. Какие из иницирующих систем вызывают радикальную полимеризацию стирола : А. бутиллитий, Б. персульфат аммония, В. гидропероксид изопропилбензола, Г. хлорид олова(IV), Д. трихлоруксусная кислота, Е. диэтилмагний, Ж. триизобутилалюминий - хлорид ванадия, З. нагрев мономера до 80-100 град.Ц.?
2. Для каких значений N достигается максимальная вероятность циклизации при поликонденсации аминокислот строения $\text{NH}_2\text{-(CH}_2\text{)-COOH}$?
А. $N=6$, Б. $N=10$, В. $N=1$, Г. $N=2$
3. Что служит активным центром полимеризации виниловых мономеров, иницированной системой "катион железа(II) + пероксид водорода"? А. катион; Б. радикал; В. анион; Г. реакция полимеризации не будет протекать.
4. Как изменятся среднечисловая (P_N) и средневесовая (P_W) степени полимеризации продукта радикальной полимеризации на начальных стадиях превращения, если доля растущих цепей, обрывающихся по механизму диспропорционирования, возрастет с 0 до 100%, а длина кинетических цепей останется постоянной?
А. P_N уменьшится в 2 раза, P_W уменьшится в 1,5 раза
Б. P_N возрастет в 2 раза, P_W возрастёт в 3 раза
В. P_N и P_W уменьшатся в 2 раза

Г. P_N и P_W возрастут в 2 раза

• **тем для докладов и презентаций;**

Способы получения полиэтилена и области его применения.

Способы получения полиэтилентерефталата и области его применения.

Полиакрилонитрил: получение, термическая обработка до углеродного материала и изделия из него.

Способы получения синтетических эластомеров и их свойства.

Синтетические полимеры в машиностроении.

Сравнительные свойства природных (паутина, целлюлоза, кетгут) и синтетических (полипропилен, алифатические и ароматические полиамиды) волокон.

Теоретические вопросы

1. Расскажите о специфических свойствах полимеров, которые их резко отличают от низкомолекулярных веществ.
2. Напишите конкретные химические реакции (не менее 4) синтеза полимеров.
3. Молекулярные массы и молекулярно-массовое распределение в полимерах.
4. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и анионной полимеризации на конкретных примерах.
5. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной и катионной полимеризации на конкретных примерах.
6. Проведите сравнительный анализ реакций радикальной полимеризации и поликонденсации на конкретных примерах.
7. Расскажите о всех возможных конфигурационных изомерах для макромолекул виниловых полимеров.
8. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
9. Каковы особенности механических свойств полимеров, находящихся в высокоэластическом состоянии.
10. Приведите конкретные химические реакции с участием макромолекул (не менее 3).
11. Химическая модификация полимеров как самостоятельный способ создания полимеров с заданным комплексом химических, физических или механических свойств (приведите 2-3 конкретных примера).
12. Привитые и блок-сополимеры. Реакции синтеза и особенности физико-механических свойств.
13. Релаксационные процессы в полимерах.
14. Долговечность полимерных материалов. Приведите несколько конкретных примеров существенного повышения долговечности полимерных материалов.
15. Явление пластификации полимеров.

Расчетные задачи или тесты

1. Средняя молекулярная масса полимера, содержащего по N молекул с молекулярными массами 100, 200 и 300, равна 257. Какой тип усреднения был использован?
2. К смеси двух фракций полимера, состоящей из N молекул с $P=100$ и N молекул с $P=10000$, добавили еще N молекул с $P=100$. Как изменится параметр полидисперсности M_w/M_n ? M_w - средневесовая, M_n – среднечисловая молекулярные массы, P - среднечисловая степень полимеризации.

зации.

3. К смеси двух фракций полимера, состоящей из N молекул с $P=100$ и N молекул с $P=10000$, добавили еще N молекул с $P=10000$. Как изменится параметр полидисперсности M_w/M_n ? M_w - средневесовая, M_n – среднечисловая молекулярные массы, P - среднечисловая степень полимеризации.

4. Чему равна среднечисловая молекулярная масса полимера, содержащего N молекул с массой 1, N молекул с массой 2, $3N$ молекул с массой 3, $5N$ молекул с массой 4, $4N$ молекул с массой 5 и $2N$ молекул с массой 6? Нарисуйте графики числовой интегральной и дифференциальной функций молекулярно-массового распределения.

5. Чему равна средневесовая молекулярная масса полимера, содержащего N молекул с массой 1, $3N$ молекул с массой 2, $4N$ молекул с массой 3 и $2N$ молекул с массой 4? Нарисуйте графики массовой интегральной и дифференциальной функций молекулярно-массового распределения.

1. В присутствии каких инициаторов можно получить полиметилметакрилат полимеризацией метилметакрилата : А. н-бутиллития, Б. концентрированной серной кислоты, В. пероксида бензоила, Г. натрий-нафталинового комплекса?

2. Можно ли получить поли-2-винилпиридин с узким молекулярно-массовым распределением ($M_w/M_n=1.1$, где M_w, M_n - соответственно средневесовая и среднечисловая молекулярные массы) полимеризацией мономера в присутствии : А. эквимольной смеси четыреххлористого титана и этанола; Б. эквимольной смеси бромид алюминия и этилбромида; В. бутиллития; Г. пероксида бензоила.

3. Какие из иницирующих систем вызывают полимеризацию винилбутилового эфира? Натрий в аммиаке, литий в толуоле, литий в тетрагидрофуране или хлорид олова(IV) в бензоле.

4. Какие из предложенных мономеров полимеризуются по механизму "живых цепей" в присутствии н-бутиллития: изобутилен; пропилен; винилбутиловый эфир; стирол?

Перечень вопросов к экзамену.

Общие представления о полимерах

1. Конфигурация и конформация макромолекул. Типы конфигурационных изомеров.
2. Гибкость макромолекул. Природа гибкости. Заторможенность внутреннего вращения.
3. Гибкость макромолекул. Влияние химической структуры полимера на его гибкость.
4. Гибкость макромолекул. Количественные характеристики гибкости (среднеквадратичное расстояние между концами цепи и статистический сегмент). Степень свернутости.
5. Гибкость макромолекул. Основные модели, описывающие поведение гибких макроцепей.
6. Гибкость макромолекул. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Понятие о термодинамической и кинетической гибкости.
7. Понятие о сегменте Куна. Экспериментальное определение сегмента Куна.
8. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Полидисперсность синтетических полимеров. Среднечисловая, средневесовая и z -средняя молекулярные массы.
9. Молекулярно-массовые характеристики полимеров и методы их определения.

Растворы полимеров

1. Разбавленные растворы полимеров. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы систем «полимер – растворитель». Критические температуры растворения.
2. Разбавленные растворы полимеров. Закон Рауля. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и Θ -растворители.
3. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Закон Вант-Гоффа. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и Θ -растворители.
4. Разбавленные растворы полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Второй вириальный коэффициент. Θ -температура и Θ -условия.
5. Разбавленные растворы полимеров. Θ -температура и Θ -условия. Невозмущенные размеры макромолекул и метод их оценки.
6. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Определение молекулярной массы полимера с использованием метода осмометрии.
7. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Закон Ньютона. Вязкость. Аномалия вязкости.
8. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой полимера и размером макромолекулы. (экспериментальное определение характеристической вязкости)
9. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярной массы, невозмущенного размера макромолекул и сегмента Куна методом вискозиметрии.

Полиэлектролиты

1. Полиэлектролиты. Классификация полиэлектролитов и основные свойства представителей каждого класса.
2. Ионизационное равновесие в водных растворах полиэлектролитов.
3. Термодинамика растворов полиэлектролитов: Равновесие Доннана.
4. Вискозиметрия линейных полиэлектролитов. Концентрационная зависимость приведенной вязкости для бессолевого и солевых растворов полиэлектролитов. Иононное разбавление.
5. Вискозиметрия водных растворов линейных полиэлектролитов. Полиэлектролитное набухание.
6. Определение молекулярных масс полиэлектролитов методом вискозиметрии.
7. Полиамфолиты. Иононная и изоэлектрическая точки.
8. Особенности поведения полиэлектролитов со вторичной структурой в водных растворах.

Механика полимеров

1. Термомеханический метод анализа. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры стеклования и текучести и их зависимость от молекулярной массы полимера.
2. Термомеханический метод анализа. Термомеханические кривые для полимер-гомологического ряда. Экспериментальное определение величины сегмента Куна с использованием термомеханического метода.
3. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации.

4. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Релаксация напряжения. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры.
5. Гистерезисные явления при механических испытаниях полимеров. Механические потери и природа их появления. Коэффициент механических потерь.
6. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации.
7. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.
8. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.
9. Полукристаллические полимеры. Термомеханические кривые полукристаллических полимеров.
10. Аморфизованные полимеры. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.

Структура полимеров

1. Кристаллизация полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.
2. Термодинамика кристаллизации полимеров. Температуры плавления и кристаллизации. Фактор переохлаждения.
3. Кинетика кристаллизации полимеров. Температурные зависимости скоростей зародышеобразования и роста кристаллов.
4. Получение аморфизованных полимеров.
5. Структура и морфологические типы полукристаллических полимеров (ламели и сферолиты). Степень кристалличности.

Синтез полимеров

1. Цепная полимеризация. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
2. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов.
3. Радикальная полимеризация. Основные элементарные стадии радикальной полимеризации.
4. Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
5. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
6. Влияние температуры на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимера.
7. Катионная полимеризация. Мономеры и инициаторы.
8. Катионная полимеризация. Основные элементарные стадии катионной полимеризации.
9. Катионная полимеризация. Кинетика катионной полимеризации. Оценка степени полимеризации из кинетических данных.
10. Влияние температуры на скорость катионной полимеризации и молекулярную массу полимера.
11. Анионная полимеризация. Мономеры и инициаторы
12. Анионная полимеризация. Основные элементарные стадии анионной полимеризации. Кинетика процесса.
13. Анионная полимеризация. Выражение для оценки степени полимеризации. Получение полимеров с узким молекулярно-массовым распределением.
14. Поликонденсация, типы классификации. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации.
15. Термодинамика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Поликонденсационное равновесие. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия.
16. Кинетика неравновесной поликонденсации. Факторы, влияющие на степень полимеризации.

Химические превращения полимеров

1. Классификация химических реакций с участием макромолекул.
2. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные реакции. Отличия от реакций низкомолекулярных аналогов.
3. Особенности полимераналогичных реакций.
4. Эффект «соседа». Кинетика полимераналогичных реакций. Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров.
5. Химические превращения полимеров. Внутримолекулярные реакции. Примеры использования внутримолекулярных реакций для получения полимеров.
6. Химические превращения полимеров. Сшивание. Вулканизация каучуков.
7. Получение привитых и блок-сополимеров.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: нормы техники безопасности при работе в лаборатории</p> <p>Знать: основы науки о полимерах и области их практического использования;</p> <p>Знать: теоретические основы физико-химических методов исследования свойств полимеров</p> <p>Знать: способы аналитического описания физико-химических и механических свойств полимерных систем</p> <p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов работ в области химии высокомолекулярных соединений</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь: находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации</p> <p>Уметь: сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность</p> <p>Уметь: формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных</p> <p>Уметь: использовать программные средства удаленного коллективного доступа для решения задач научной деятельности</p> <p>Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>

<p>Уметь: выбирать коммуникативно приемлемый стиль делового общения, использовать необходимые языковые средства, тактики и стратегии для решения коммуникативных задач в академической и профессиональной сферах</p> <p>Уметь: работать с учебными и научными текстами разного уровня сложности, отвечающих задачам профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: проводить стандартные операции по определению состава веществ и материалов с соблюдением норм ОХ и ТБ</p> <p>Уметь: анализировать литературный теоретический и экспериментальный материал, решать конкретные задачи по лекционному материалу курса «Высокомолекулярные соединения»</p> <p>Уметь: работать с высокомолекулярными соединениями с использованием норм техники безопасности</p> <p>Уметь: оценить корректность результатов теоретических расчетов свойств полимерных систем</p> <p>Уметь: оценить корректность результатов теоретических расчетов свойств полимерных систем</p> <p>Уметь: проводить математическую обработку экспериментальных данных, обобщать полученные результаты</p> <p>Уметь: выбирать адекватные модели для описания полимерных систем</p> <p>Уметь: получать экспериментальные данные о свойствах полимерных систем, проводить их математическую обработку</p> <p>Уметь: использовать знания, приобретенные в курсе химии высокомолекулярных соединений, для анализа и объяснения полученных экспериментальных результатов</p>	
<p>Владеть навыками поиска и критического анализа информации по теме научного проекта</p> <p>Владеть: навыками обмена профессиональной информацией с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>Владеть: навыками безопасного обращения с веществами и приборами при работе в лаборатории</p> <p>Владеть: современными представлениями о полимерном состоянии вещества как особой форме существования веществ, качественно отличной от низкомолекулярных веществ, о перспективах развития этой науки и разнообразных областях применения полимеров</p> <p>Владеть: современными представлениями о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств</p> <p>Владеть: экспериментальными методами определения важнейших физико-химических и механических свойств полимерных систем</p> <p>Владеть: простейшими расчетными методами решения задач в области химии полимеров</p> <p>Владеть: современными представлениями о специфических свойствах полимеров, о методах их синтеза, изучения химических и механических свойств</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>