

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИМ. Н.С. ЕНИКОЛОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИСПМ РАН, чл.-корр. РАН
С.А. Пономаренко
С.А. Пономаренко
23 мая 2019 г.

УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом ИСПМ РАН
протокол от 23 мая 2019 г. № 9

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена по дисциплине
«Основы высокомолекулярных соединений»**

Укрупненное направление подготовки: 04.00.00 Химия
Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Специальность: 02.00.06 Высокомолекулярные соединения

Москва
2019

Общие понятия

1.Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров. Особенности их химического строения. Синтетические органические, элементоорганические, неорганические и природные полимеры.

2.Полидисперсность, молекулярная масса, степень полимеризации, молекулярно-массовое и молекулярно-численное распределение олигомеров и полимеров.

3.Конфигурация и конформация макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободносочлененная цепь, цепь с фиксированными углами. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами. Конформация макромолекул и конформационная энергия. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул.

4.Гибкость полимерных цепей и ее характеристики. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Ближние и дальние взаимодействия.

Химия полимеров

1.Радикальная полимеризация и ее особенности. Способы проведения радикальной полимеризации: в растворе, в массе, в суспензии, в эмульсии, в твердой фазе, криополимеризация. Методы инициирования. Кинетика. Влияние различных факторов на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера. Ингибиторы и регуляторы радикальной полимеризации.

2.Катионная полимеризация и ее особенности. Реакционная способность мономеров в ионных реакциях. Катализаторы и сокатализаторы. Кинетика процессов катионной полимеризации, влияние среды и температуры на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров.

3.Анионная полимеризация и ее особенности. Реакционная способность мономеров в ионных реакциях. Катализаторы и сокатализаторы. Кинетика процессов анионной полимеризации, влияние среды и температуры на кинетику и полидисперсность образующихся полимеров.

4. Сополимеризация радикальная, катионная и анионная. Основные закономерности. Уравнение состава сополимера. Константы сополимеризации и их физический смысл. Связь строения мономеров с их реакционной способностью. Влияние среды, давления и температуры.

5. Ионно-координационная полимеризация и ее особенности. Катализаторы Циглера—Натта. Ионно-координационная полимеризация на литиевых катализаторах.

6. Поликонденсация: равновесная и неравновесная. Типы химических реакций поликонденсации. Функциональность мономеров, олигомеров и ее значение. Реакционная способность функциональных групп.

7. Основные типы конденсационных полимеров и их синтез. Карбамидные и меламиноформальдегидные полимеры, фенолформальдегидные полимеры, эпоксидные полимеры, полиамиды, полиарилаты, полиимиды, поликарбонаты, термостойкие полигетероарилены циклоцепного строения (полиимиды, полиоксадиазолы, полибензимидазолы и др.), поликсилилен, полифосфазены, простые полиэфиры (полиформальдегид, полиэтиленоксид), сложные полиэфиры, полиариленсульфоны, полиариленсульфоноксиды, координационные полимеры. Синтез мономеров для их получения. Молекулярно-массовые характеристики и области применения.

8. Совместная поликонденсация и ее характерные особенности в случае равновесной и неравновесной поликонденсации. Трехмерная поликонденсация и ее закономерности. Влияние функциональности исходных соединений. Разнозвенность полимеров, получаемых методами поликонденсации.

9. Полисопряженные полимеры и методы их получения. Строение, молекулярная и надмолекулярная структура типичных полисопряженных полимеров: полиацетилена, полидиацетиленов, полианилинов, полифениленвиниленов, политиофенов и др. Связь между методами их синтеза и строением.

10. Разветвленные полимеры: основные признаки и методы синтеза. Их конфигурация (на уровнях звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Факторы, определяющие конформационные переходы. Структурная модификация и надмолекулярная структура.

11.Сверхразветвленные полимеры и дендримеры, их синтез и особенности строения. Особенности молекулярно-массового распределения.

12.Сшитые полимеры. Методы получения. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур в процессе синтеза и химических превращений в макромолекулах. Сшитые жесткоцепные и эластичные полимеры. Основные зависимости между структурными характеристиками пространственно сшитых полимеров. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток. Влияние типа поперечных связей на механические свойства сшитых эластомеров.

13.Природные полимеры и их разновидности, методы выделения из природного сырья и идентификации, методы модификации. Целлюлоза, хитин, хитозан и их производные.

14.Химическая модификация полимеров. Основные закономерности. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на кинетические закономерности и строение образующихся полимеров. Композиционная неоднородность. Межмолекулярные реакции и образование трехмерных сеток. Реакции присоединения, отщепления и изомеризации.

15.ПКМ. Классификация. Виды материалов: ПКМ, армированные непрерывными, короткими волокнами и пластинчатыми наполнителями, дисперсно-наполненные ПКМ, пенополимеры, многокомпонентные ПКМ. Методы получения.

16.Наноккомпозиты. Типы ингредиентов, материалы и методы, применяемые для получения наноккомпозитов. Особенности их получения и основные свойства наноккомпозитов.

Физика полимеров

1.Физические и фазовые состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Аморфные и кристаллические полимеры.

2.Типичные фазовые диаграммы бинарных систем полимер-растворитель, полимер-полимер.

Фазовые переходы, механизм кристаллизации и плавления кристаллов. Влияние структуры и внешних воздействий на фазовые переходы.

3. Вязко-текучее состояние полимеров. Закономерности течения расплавов полимеров, кривые течения, закон течения. Ньютоновская вязкость, ее зависимость от молекулярной структуры и молекулярной массы полимера, температуры.

4. Стеклообразное состояние полимеров. Структура и свойства полимерных стекол. Стеклование полимеров и методы его определения. Явление вынужденной эластичности. Природа больших деформаций и деформаций в области криогенных температур.

5. Высокоэластическое состояние полимеров. Основные свойства высокоэластического состояния полимеров. Основное уравнение кинетической теории высокоэластичности. Термодинамика деформации эластомеров. Термоупругая инверсия. Тепловые эффекты при деформации. Кристаллизация эластомеров при деформации.

6. Кристаллические полимеры. Структура и свойства. Условия образования кристаллического состояния в полимерах. Основные типы кристаллических структур макромолекул.

Морфология кристаллических полимеров. Ламеллярные кристаллы. Сферолиты. Кристаллы с выпрямленными цепями. Степень кристалличности и методы ее определения. Дефекты полимерных кристаллов и их природа. Полимерные монокристаллы.

7. Кристаллизация и плавление полимеров, методы исследования. Кристаллизация из разбавленных растворов и расплавов. Кинетическая теория кристаллизации. Первичная и вторичная кристаллизация. Частичное плавление и рекристаллизация. Отжиг полимеров. Особенности кристаллизации полимеров в полимерных композитах.

8. Жидкокристаллическое состояние полимеров. Ближний и дальний порядок. Мезоморфные состояния. Области применения жидкокристаллических полимеров.

9. Релаксационные явления в полимерах. Релаксационный характер процессов деформации. Гистерезисные процессы.

Ползучесть и релаксация напряжения. Принцип суперпозиции. Спектр времен релаксации и запаздывания.

Динамические свойства полимеров: комплексный модуль и комплексная податливость. Соотношение между комплексным и релаксационным модулями.

Линейная вязкоупругость. Принцип температурно-временной эквивалентности.

10. Физико-механические свойства полимеров. Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость. Обобщенная форма закона Гука, измерение модулей упругости. Процесс развития пластических деформаций. Влияние гидростатического давления, температуры и скорости деформации на предел текучести.

Прочность полимеров. Особенности разрушения твердых полимеров и эластомеров. Статическая и динамическая усталость.

11. Электрические свойства полимеров-диэлектриков и полимеров-проводников. Диэлектрическая поляризация и дипольные моменты полимеров. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери, электрическая прочность полимеров. Электризация полимеров и электрический пробой.

12. Магнетосопротивление полимеров и ПКМ. ПКМ с высокими и низкими значениями комплексной диэлектрической и магнитной проницаемостей, связь между составом и структурой, методы определения.

13. Оптические свойства полимеров: коэффициент светопропускания, спектральный коэффициент пропускания, светостойкость, светорассеяние, показатель преломления и оптический коэффициент напряжения и оптическая нетермостойкость. Факторы, определяющие уровень этих показателей. Старение оптических полимеров.

14. Теплофизические свойства полимеров. Плотность полимеров. Особенности теплового расширения полимеров. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность полимеров. Влияние основных параметров полимеров на их теплофизические свойства.

15. Проницаемость полимеров. Газопроницаемость полимеров. Диффузия в полимерах. Сорбция газов и паров. Ионный обмен. Селективная проницаемость полимерных материалов, методы определения.

16. Деструкция полимеров и композиционных материалов. Основные виды деструкции: химическая, термическая, термоокислительная, фото- и механическая. Старение полимеров. Стабилизация высокомолекулярных соединений. Кинетика механодеградации полимеров. Предел механодеградации и причины его существования.

Методы исследования полимеров

1. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов.

2. Сравнительный анализ методов исследования структуры полимеров и полимерных материалов. Решаемые задачи.

3. Методы исследования фазовых состояний полимерных систем. Возможности и ограничения.

4. Рентгеноструктурный анализ. Дифракция в больших и малых углах. Определение степени кристалличности. Возможности и ограничения метода.

5. Рентгеноструктурный анализ. Изучение размеров и ориентации упорядоченных областей кристаллических полимеров. Большие периоды в полимерах. Специфика исследования смесей полимеров.

6. ИК-спектроскопия в исследовании полимеров. Физические основы метода. Возможности и ограничения метода.

7. ЯМР-спектроскопия в исследовании полимеров. Физические основы метода. Возможности и ограничения метода.

8. УФ-спектроскопия в исследовании полимеров. Физические основы метода. Возможности и ограничения метода.

9. Методы оценки молекулярно-массовых характеристик полимеров. Определение молекулярной массы по концевым группам. Осмометрический метод. Криоскопический метод. Ультрацентрифугирование.

10. Экспериментальные методы исследования макромолекул в растворе (вискозиметрия, светорассеяние, седиментация, двойное лучепреломление).

11. Теплофизические методы в исследовании полимеров. Дифференциальный термический анализ. Термогравиметрия. Возможности и ограничения. Определение температуры деструкции.

12. Калориметрические методы в исследовании полимеров. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Физические основы метода. Возможности и ограничения.

13. Транспортные методы для исследования полимеров. Обратная и гелевая проникающая хроматография.

14. Микроскопические методы исследования полимеров. Оптическая микроскопия в неполяризованном и поляризованном свете.

Электронная микроскопия - сканирующая и просвечивающая (СЭМ, ПЭМ). Воздействие электронного пучка на образец. Возможности и ограничения метода.

15. Методы изучения деформационных свойств полимеров.

Список литературы

Основная литература к разделу 1

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Юрайт, 2016.
2. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Лань, 2014.
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. М.: Академия, 2010.
4. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.

Дополнительная литература к разделу 1

1. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000.
2. Виноградова С.В., Васнев В.А., Поликонденсационные процессы и полимеры. М.: Наука, 2000.
3. Принципы создания композиционных полимерных материалов / С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, В.Г. Ошмян, Н.С. Ениколопов. М.: Химия, 1990.
4. Полимерные композиционные материалы. Структура, свойства, технология./ Под. Ред. А.А. Берлина. СПб.: Профессия, 2008.
5. Баженов С. Л., Берлин А. А., Кульков А.А., Ошмян В. Г. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный: Интеллект, 2010.

Основная литература к разделу 2

1. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. М.: Научный мир, 2009.
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Юрайт, 2016.
3. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Лань, 2014.
4. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007.

Дополнительная литература к разделу 2

1. Чалых А.Е., Герасимов В.К., Михайлов Ю.М., Диаграммы фазового состояния полимерных систем, М.: Янус-К, 1998.
2. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. Долгопрудный: Интеллект, 2010.
3. Бартенев Г.Н., Бартенева А.Г. Релаксационные свойства полимеров. М.: Химия, 1992.

4. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.: Физматлит, 2008.
5. Будтов В.П. Физическая химия растворов полимеров. СПб.: Химия, 1992.
6. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000.

Основная литература к разделу 3

1. Аверко-Антонович И.Ю., Бикмуллин Р.Т. "Методы исследования свойств полимеров: Учеб. пособие". Казань: КГТУ, 2002.
2. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Физико-химические методы исследования полимеров. М.: Лань, 2018.
3. Аскадский А.А., Попова М.Н., Кондращенко В.И. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования. М.: Издательство АСВ, 2015.
4. Рабек Я. Экспериментальные методы в химии полимеров. В 2-х частях. М.: Мир, 1983.

Дополнительная литература к разделу 3

1. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров. Москва: Техносфера, 2013.
2. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров. Л.: Химия, 1990.
3. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров. М.: Химия, 1976.
4. Спецпрактикум по физико-химическим и физико-механическим методам исследования полимеров, п/р. В.П.Шибяева М: МГУ, 2013.
5. Кларк Э., Эберхардт К. Микроскопические методы исследования материалов. Москва: Техносфера, 2007.