

Программа
Курса «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»
для химиков 3 курса ФЕН. Лектор – к.х.н. Р.О. Анарбаев. (16 час. – лекции, 16 час семинары)

I. Организационно-методический раздел.

1.1. Название курса: "Высокомолекулярные соединения".

Специальность 011000 – Химия; общепрофессиональные стандарты; федеральная компонента.

1.2. Цели и задачи курса.

Дисциплина "Высокомолекулярные соединения" предназначена для формирования у студентов-химиков основных представлений о полимерном состоянии как особой форме существования веществ, которая в основных физических и химических проявлениях качественно отличается от низкомолекулярных веществ.

Основной целью освоения дисциплины является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации. Специфика предмета позволяет построить в известном смысле "синтетический" курс, базирующийся на основах разнообразных фундаментальных знаний, полученных студентами на младших курсах по основным разделам химии, физики, математики, тестирующий законченность первого этапа их образования как химиков.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса – ознакомить студентов с современными представлениями о структуре, физических состояниях и деформационных (механических) свойствах полимеров в различных фазовых состояниях, о термодинамических и гидродинамических свойствах растворов полимеров, об основных методах синтеза макромолекул и переработки полимерных материалов, а также рассмотреть специфические методы исследования полимеров как гигантских молекул, определения их характеристик.

1.3. Требования к уровню освоения содержания курса (дисциплины).

По окончании изучения указанной дисциплины студент должен

- знать физико-химические основы науки о высокомолекулярных соединениях;

- иметь представление о классификации полимеров и их важнейших представителей, о строении макромолекул и их поведении в растворах, о структуре и основных физических свойствах полимерных тел, о способах синтеза и химических реакциях макромолекул, о технологии получения и переработки полимерных материалов.

1.4. Формы контроля.

Итоговый контроль. Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен.

2. Содержание дисциплины.

2.2. Тематический план курса (распределение часов).

Наименование разделов и тем	Количество часов				
	Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
Основные понятия ВМС, методы определения молекулярной массы	2	4		2	8
Физика макромолекулы	2			2	4
Свойства разбавленных растворов полимеров	2	6		2	10
Физические состояния полимеров, механические свойства	4	2		2	8
Основы синтеза полимеров, химические реакции макромолекул	4	4		6	14
Технология получения и переработки полимерных	2			2	4

материалов					
Итого по курсу	16	16		16	48

2.3. Содержание отдельных разделов и тем.

ПРОГРАММА курса "ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ"

Лекция первая. Введение в "Высокомолекулярные соединения".

Определение и эксплуатационные свойства полимеров. Номенклатура и классификация полимеров по химическому строению и способу получения. Физико-химические свойства полимеров.

Семинар первый. Методы определения средней молекулярной массы полимеров.

Средние молекулярные массы. Методы определения среднечисленной молекулярной массы: титрование концевых групп, эбулиоскопия, криоскопия, осмометрия. Методы определения средневзвешенной молекулярной массы: диффузионный метод, вискозиметрия, уравнения Марка-Куна-Хаувинка.

Лекция вторая. Физика (размер, форма, гибкость) макромолекулы.

Определение макромолекулы, конфигурация, конформация. Механизмы гибкости, кинетическая и термодинамическая гибкость. Модель свободно-сочлененной цепи. Модель с фиксированным валентным углом. Эффект заторможенного вращения. Общее идеальное выражение зависимости среднеквадратичного расстояния между концами цепи от длины цепи, сегмент Куна. Червеобразная (персистентная) модель жесткой полимерной цепи. Влияние дальнедействующих взаимодействий на форму гибких цепей, эффект исключенного объема и параметр линейного расширения Флори.

Семинар второй. Методы определения средней молекулярной массы полимеров (продолжение).

Седиментация, уравнение движения частицы в центробежном поле, определение средневзвешенной молекулярной массы по скорости оседания частиц, уравнение Сведберга. Седиментационное равновесие, выражение химического потенциала в центробежном поле, определение z-средней молекулярной массы. Светорассеяние, Рэлевооое рассеяние света, уравнение Дебая, определение средневзвешенной методом двойной экстраполяции Зимма. Определение молекулярно-массового распределения, дробное осаждение, гель фильтрации, гель электрофорез, MALDI TOF масспектроскопия.

Лекция третья. Разбавленные растворы полимеров.

Образование растворов низкомолекулярных веществ, идеальные, бесконечно разбавленные, неидеальные растворы. Особенности растворения полимеров. Статистический расчет термодинамических функций, решеточные модели, теория строго регулярных растворов, энтальпия смешения, параметры растворимости Гильдебранда. Свободная энергия смешения реальных растворов. Отклонение поведения растворов полимеров от поведения идеальных растворов. Теория полимерных растворов Флори-Хагинса. Осмотическое давление. Критические явления в растворах полимеров, стабильность растворов, диаграммы растворимости, θ -состояние.

Семинар третий. Разбавленные растворы полимеров.

Растворимость полимеров, расчет параметров растворимости по Гильденбранду-Смолу и Аскадскому. Фазовые диаграммы, θ -состояние. Коллигативные свойства растворов, осмотическое давление. Гидродинамические свойства растворов, вязкость, уравнение Эйнштейна для вязкости суспензии твердых шаров, уравнение Хаггинса для растворов полимеров. Связь между вязкостью и размерами полимерных клубков, уравнение Флори-Фокса, параметр линейного расширения Флори.

Лекция четвертая. Физические свойства полимеров.

Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Аморфные состояния, стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Кристаллическое состояние. Жидкокристаллическое состояние, термотропные и лиотропные структуры. Надмолекулярные структуры.

Семинар четвертый. Современные аспекты описания свойств разбавленных растворов полимеров. Концентрационные границы между областями разбавленных, полуразбавленных и концентрированных растворов. Тэта-условие. Невозмущенные размеры макромолекул. Гибкость полимерной цепи в невозмущенном состоянии. Эффект исключенного объема. Внутри и межмолекулярные взаимодействия. Размеры полимерных клубков в хорошем, тета и плохом растворителе. Полиэлектролиты, расширение и коллапс клубков, теория конденсации противоионов Маннинга.

Лекция пятая. Концентрированные растворы и расплавы полимеров.

Реология, определение, простейшие реологические уравнения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Особенности течения псевдопластичных аномально вязких жидкостей. Действующий объем. Влияние температуры, концентрации полимера, термодинамического качества растворителя, молекулярной массы, разветвленности и полидисперсности макромолекул на вязкость концентрированных растворов и расплавов полимеров.

Семинар пятый. Динамика полимеров и явления, связанные с внутренним трением в растворах.

Броуновское движение, диффузия частиц, уравнение Смолуховского, уравнение Ланжевена. Динамика гибких полимерных цепей, модель Рауза, модель Зима. Временная корреляционная функция, динамическое светорассеяние. Вращательная диффузия, двулучепреломление в полимерных растворах, двойное лучепреломление в потоке.

Лекция шестая. Физико-химические основы синтеза полимеров.

Полимеризация, определение, классификация, основные свойства.

Радикальная полимеризация. Анионная полимеризация. Катионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация. Сополимеризация.

Семинар шестой. Методы исследования физических свойств полимеров.

Гауссово распределение векторов между концами цепи для идеальной цепи. Высокоэластичность полимерных сеток: свойство высокоэластичности, упругость отдельной идеальной цепи, упругость полимерных сеток. Дилатометрия: фазовые переходы и связанные с ними свойства полимеров. Способы описания механических свойств, основы реологии: упругое поведение, вязкое поведение, модель Максвелла, модель Кельвина-Фойгта, модель Бюргера и деформационное поведение полимерных материалов.

Лекция седьмая. Физико-химические основы синтеза полимеров (продолжение). Химические превращения полимеров.

Поликонденсация, определение, классификация, мономеры, основная и побочные реакции, кинетика, катализ, молекулярно-массовое распределение, сополиконденсация. Полимераналогичные превращения. Деструкция полимеров.

Семинар седьмой. Кинетика реакций полимеризации и сополимеризации. Радикальная полимеризации: термическое, фотохимическое и окислительно-восстановительное инициирование, уравнение скорости реакции, передача цепи, определение констант передачи цепи, степень полимеризации. Катионная полимеризация: инициирование, уравнение скорости, обрыв цепи, степень полимеризации. Анионная полимеризация: инициирование, уравнение скорости, степень полимеризации, «живая полимеризация». Координационно-ионная полимеризации. Сополимеризация: идеальная, регулярно чередующаяся, азеотропная, блочная сополимеризация. Определение констант сополимеризации, метод Майо-Льюиса, метод Файнмана-Росса, Q-е схема Альфреда-Прайса.

Лекция восьмая. Способы получения и переработки полимеров.

Полимеризация в массе. Полимеризация в растворе. Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация. Поликонденсация в расплаве. Поликонденсация в растворе. Поликонденсация на

границе раздела фаз. Ферментативный синтез полимеров в растворе, в пленках Ленгмюра, в обращенных микроэмульсиях (гидратированных мицеллах).

Переработка полимеров, компаундирование, каландрование, литье в форме, ротационное литье, отливка пленок, литье под давлением, пневмоформование, экструзия, формование листовых термопластов, вспенивание, армирование, прядение волокон.

Семинар восьмой. Поликонденсация.

Равновесная и неравновесная поликонденсация. Функциональность мономеров, возможная и практическая. Условия образования линейных и нелинейных полимеров. Начало роста цепи и элементарные акты. Поликонденсация в отсутствие и присутствии катализатора. Молекулярно-массовое распределение в линейной поликонденсации, среднечисловая и средневесовая степень полимеризации, полидисперсность.

3. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

3.2. Темы рефератов. Нет.

3.3. Образцы вопросов для подготовки к экзамену.

- 1) По каким признакам строится номенклатура и классификация полимеров?
- 2) Каковы основные физико-химические свойства макромолекул?
- 3) Как можно определить среднечисленную молекулярную массу?
- 4) Какие методы используются для определения средневзвешенной молекулярной массы?
- 5) Каков механизм гибкости макромолекул?
- 6) Как среднеквадратичное расстояние между концами цепи зависит от числа сегментов или длины цепи?
- 7) В чем суть теории растворов полимеров Флори-Хаггинса?
- 8) Каковы коллигативные свойства разбавленных растворов полимеров?
- 9) Чем определяются гидродинамические свойства растворов полимеров?
- 10) В чем разница между агрегатным и фазовым состоянием?
- 11) В каких фазовых состояниях может находиться аморфный полимер?
- 12) Каковы основные условия кристаллизации полимеров?
- 13) Какие мономеры вступают в реакцию радикальной полимеризации?
- 14) В чем особенность реакции поликонденсации?
- 15) Какие технологические приемы используются при переработке полимеров?

3.4. Список основной и дополнительной литературы.

- 1) Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учебник для вузов - М: Академия, 2003, 368с.
- 2) Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. - М.: Мир, 2000. -192с.
- 3) Дой М., Эдвардс С. Динамическая теория полимеров. Пер. с англ. М.: Мир, 1998, 440с.
- 4) Геллер Б.Э., Геллер А.А., Чиртулов В.Г. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров: Учебное пособие для вузов. М.: Химия, 1996, 432с.
- 5) Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: Учеб. М.: Высш. шк., 1992.
- 6) Полимеры: Пер. с англ./ В.Р. Говарикер и др. - М.: Наука, 1990.-396с.
- 7) Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989, 432с.
- 8) Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. М.: Высшая школа, 1988, 312с.
- 9) Практикум по высокомолекулярным соединениям. Под ред. Кабанова В.А. М.: Химия, 1985, 224с.
- 10) Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. М.: Высшая школа, 1981.
- 11) Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1978. – 544с.
- 12) Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974. – 614с.
- 13) Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М.: Мир, 1967. – 398с.
- 14) Тэнфорд Ч. Физическая химия полимеров. М.: Мир, 1967.