

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

САЕ: ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ
Автономная магистерская программа

Аннотированная рабочая программа дисциплины
Введение в науку о полимерах. Биосовместимые композиционные материалы

Направление подготовки

04.04.01 - Химия

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

по профилю

«Трансляционные химические и биомедицинские технологии»

Томск-2016

1. Код и наименование дисциплины (модуля). Б1.В.ОД.9 Введение в науку о полимерах. Биосовместимые композиционные материалы

2.Цель изучения дисциплины (модуля)

Целью курса является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации; формирование базовых представлений о строении, структуре, о физических состояниях, деформационных (механических) свойствах полимеров в различных состояниях, о специфических свойствах растворов полимеров, о методах синтеза полимеров, специфике химических реакций макромолекул; формирование теоретических представлений о связи свойств полимеров с молекулярной массой, молекулярно-массовым распределением, надмолекулярной структурой и т.д.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

Например: 1 год, 2 семестр.

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, 144 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – практические и лабораторные занятия) 108 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (заполняется в соответствии с картами компетенций)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 – способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	З1 (ПК-1) – Знать: – основные концепции и методологию проведения научно-исследовательской работы; – принципы планирования эксперимента, в том числе, математического.
	У1 (ПК-1) – Уметь: – формулировать цель и задачи научной работы по тематике научно-исследовательской работы; – структурировать и анализировать данные и результаты, полученные в ходе исследования; – наглядно представлять результаты научно-исследовательской работы в виде графиков, схем, диаграмм и др.
	В1 (ПК-1) – Владеть: – навыками обсуждения и представления полученных экспериментальных данных, постановки новых (дополнительных) экспериментов.

ПК-3 – готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	32 (ПК-3) – Знать: – теоретические основы и возможности современных химических, физических и физико-химических методов исследования.
	У2 (ПК-3) – Уметь: – интерпретировать и анализировать результаты методов исследования, используемых в научно-исследовательской работе и в учебном процессе.

6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практич.	Лаборатор.	
Введение	10	2	2		6
Физика полимерного тела	16	2			14
Физическая химия полимеров	18	2			16
Растворы полимеров	26	2	2	2	20
Синтез полимеров	30	4		6	20
Химическая модификация полимеров	18	2			16
Полимерные композиционные материалы медицинского назначения	26	2	4	4	16
Итого	144	16	20		108

6.2. Содержание дисциплины

1) **Введение.** Мономер, полимер, олигомер. Средние молекулярные массы (ММ) полимеров. Макромолекула, полимерная цепь, повторяющееся звено цепи, степень полимеризации. Связь между ММ мономера и полимера, специфика понятия «молекулярная масса полимера» применительно к полимерным веществам.

Классификация полимеров по химической природе атомов, образующих главную цепь полимера; гомоцепные и гетероцепные полимеры. Классификация по геометрии строения цепи – линейные, разветвленные, сетчатые, гребнеобразные, лестничные, звездообразные. Гомополимеры и сополимеры, типы сополимеров: статистические, блок- и привитые сополимеры. Примеры.

Классификация полимеров по принадлежности макромолекулы к определенному классу химических соединений: полиолефины, полидиены, полиэферы (простые и сложные), полиамиды, поликарбонаты, полиуретаны, полисилоксаны и др.). Примеры. Классификация полимеров по реакциям их получения. Примеры. Классификация полимеров по характеристике регулярности строения главной цепи.

Молекулярные массы полимеров, молекулярно-массовое распределение и методы их определения. Молекулярная масса полимеров как средняя количественная характеристика массы молекул полимеров. Среднечисленная, среднемассовая и средневязкостная молекулярная масса. Практические методы измерения ММ.

2) Физика полимерного тела. Уровни структурной организации полимеров: химическое строение цепи, конфигурация и конформация цепи, надмолекулярная структура. Типы конфигурационной изомерии полимерных цепей. Конфигурационные изомеры: цис-, транс изомеры; изомеры, возникающие в результате присоединения по типу голова-к-голове и голова-к-хвосту; стереоизомеры. Конформации макромолекул. Гибкость цепи полимеров. Гауссовы клубки макромолекул. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Аморфные, кристаллические, кристаллизующиеся полимеры (примеры). Влияние строения полимера на его способность находиться в различных фазовых и агрегатных состояниях. Надмолекулярная структура аморфных полимеров. Домены. Кристаллизация полимеров. Степень кристалличности полимеров. Ориентированное состояние полимеров. Структура волокон и пленок полимеров.

3) Физическая химия полимеров. Фазовые и физические состояния полимеров. Различие понятий «фаза» и «агрегатное состояние». Аморфные и кристаллические полимеры. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры переходов: температура стеклования (T_c) и температура текучести (T_T). Термомеханический метод исследования полимеров и его использование для оценки температур переходов в полимерных телах. Зависимость T_c и T_T от молекулярной массы полимеров. Зависимость T_c от гибкости цепи и природы полимеров. Кинетический сегмент цепи, его зависимость от гибкости цепи полимера. Высокоэластическое состояние полимеров. Релаксационная природа эластичности. Гистерезисные явления при развитии деформации эластомеров. Стеклообразное состояние полимеров. Пластификация. Пластификаторы. Вязкотекучее состояние полимеров. Температурный диапазон проявлений вязкотекучих характеристик полимеров. Физические состояния кристаллических полимеров.

4) Растворы полимеров. Особенности растворения веществ с высокой молекулярной массой. Признаки истинных и коллоидных растворов полимеров, условия их образования. Влияние температуры на растворимость полимеров. Фазовые диаграммы систем полимер – растворитель для аморфных и кристаллических полимеров, их специфика в сравнении с диаграммами низкомолекулярных веществ. Примеры. Влияние на растворимость химической природы полимера и растворителя. Термодинамическое «качество» растворителя и методы его оценки. Влияние молекулярной массы полимера, степени кристалличности и наличия поперечных химических связей на его растворимость. Концентрированные растворы полимеров. Сольватация и ассоциация в растворах полимеров, влияние природы растворителя на ассоциативные характеристики растворов полимеров. Гели полимеров, их типы. Структура гелей. Значение гелей для химии природных высокомолекулярных соединений (белков, полисахаридов) и синтетических полимеров. Полиэлектролиты. Химические и физико-химические особенности поведения в растворе ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Амфотерные полиэлектролиты.

Уравнение Ньютона. Ламинарный и турбулентный поток. Закона Ньютона. Относительная, приведенная и характеристическая вязкость, их размерности. Связь характеристической вязкости с ММ полимера. Уравнение Марка-Хаувинка-Куна. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы полимера. Зависимость характеристической вязкости от природы растворителя, температуры. Константа Хаггинса как мера оценки термодинамического «качества» растворителя. Уравнение Флори-Фокса. Молекулярно-массовое распределение, интегральные и дифференциальные кривые распределения. Методы фракционирования полимеров.

Методы определения молекулярно-массового распределения полимеров.

5) Синтез полимеров. Полимеризация, основные характеристики процесса. Строение мономеров, способных к полимеризации. Влияние различных факторов, улучшающих и, напротив, уменьшающих реакционную способность мономеров. Цепная и ступенчатая полимеризация, их основные особенности. Радикальная полимеризация, стадии развития процесса. Способы инициирования свободно-радикальной полимеризации: фото-, термическое инициирование, использование химических инициаторов. Примеры. Варианты обрыва цепи при свободно-радикальной полимеризации в зависимости от строения использованного в реакции мономера. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера (уравнение Майо-Льюиса). Константы сополимеризации и их роль в образовании сополимеров различного состава (примеры для различных соотношений между константами r_1 и r_2). Ионная полимеризация, ее виды в зависимости от природы мономера и типа применяемого катализатора. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии процесса. Понятие о “живых цепях”, их роль в создании новых полимеров. Стереорегулярные изо- и синдиотактические полимеры. Примеры стереорегулярных винильных и полидиеновых полимеров, производимых промышленностью (их формулы строения цепи). Полимеризация с раскрытием циклов на примере лактонов, лактамов, циклических диэфиров. Способы проведения реакции полимеризации и сополимеризации в лаборатории и в технике. Полимеризация в массе жидкого мономера. Полимеризация в растворе (различные варианты метода). Полимеризация в эмульсии. Сравнение чистоты полимеров, полученных в эмульсионной, бисерной полимеризации, полимеризации в растворе, с продуктами полимеризации в массе мономера.

Реакция поликонденсации, ее основные особенности, отличие от реакции полимеризации. Строение мономеров, способных вступать в реакции поликонденсации. Функциональность мономеров и их способность образовывать линейные и сетчатые полимеры. Примеры.

Сравнительная кинетика полимеризации и поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры. Регулирование ММ. Уравнение Карозерса. Способы проведения линейной поликонденсации в массе мономеров (в расплаве), в растворе, на границе раздела фаз. Трехмерная поликонденсация.

6) Химическая модификация полимеров. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные перегруппировки. Особенности протекания реакций полимераналогичных превращений с учетом роли локального окружения групп в цепи, изменения реакционной способности групп по мере протекания процесса. Отличие полимераналогичных превращений от реакций соответствующих функциональных групп в низкомолекулярных соединениях. Получение различных производных целлюлозы, получение поливинилового спирта и его производных как примеры полимераналогичных превращений. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей. Физическая деструкция под влиянием тепла, света, механического воздействия на полимер. Механизм процессов, способы защиты от физической деструкции при формовании и эксплуатации полимеров и изделий из них. Химическая гидролитическая деструкция гетероцепных полимеров. Примеры. Реакции ацидолиза, аминализа, гликолиза, как реакции гидролитического типа и их роль в получении поликонденсационных полимеров. Примеры возможных реакций этого типа при образовании полиэфиров, полиамидов. Химическая окислительная деструкция, механизм реакций окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты. Реакция сшивания полимерных цепей. Сшивание под действием температуры, термореактивные и термопластичные полимеры. Примеры.

7) Полимерные композиционные материалы медицинского назначения. Основные понятия. Классификация полимерных композиционных материалов. Биосовместимые, биоразлагаемые полимерные композиты. Свойства и требования, предъявляемые к материалам медицинского назначения. Применение композитов медицинского назначения. Способы получения композитов. Механические свойства. Исследования *in vitro* и *in vivo*. Оценка биосовместимости композиционных материалов.

6.3. Форма промежуточной аттестации

Дифференцированный зачёт

7. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения. [Электронный ресурс] : Учебники / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 512 с.
2. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения : учебник для бакалавров / В.В. Киреев. – М. : Юрайт, 2013. – 602 с. – Серия: Бакалавр. Углубленный курс.
3. Шишенок, М.В. Высокомолекулярные соединения. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2012. — 535 с.

Дополнительная литература

1. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – М. : Лань, 2014. – 368 с.
2. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров – от молекул до наноструктур / Н.Г. Рамбиди. – М. : Интеллект, 2009. – 264 с.
3. Полимеры в биологии и медицине / Коллектив авторов / под ред. М. Дженкинса // Пер с англ. О.И. Киселева; науч. ред. Н.Л. Клячко. – М. : Научный мир, 2011. – 256 с.
4. Оудиан Д. Основы химии полимеров / Д. Оудиан. – М. : Мир, 1974 – 615 с.
5. Хенс Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей / Л. Хенс, Д. Джонс. – М. : Техносфера, 2007 – 304 с.
6. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения/ Ю.Д. Семчиков. – М.: Академия, 2005. – 368 с.
7. Филимошкин А.Г. Макромолекула. Основы физики полимерного тела и физической химии растворов полимеров / А.Г. Филимошкин. – Томск : Томский гос. универ-т, 2011. – 200 с.

Электронные ресурсы

1. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Томск, 2011- . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
3. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – М., 2013- . URL: <http://www.biblio-online.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
5. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>

8. Преподаватель (преподаватели).

Автор: Филимошкин Анатолий Георгиевич, д.х.н., профессор кафедры высокомолекулярных соединений и нефтехимии ХФ ТГУ _____