



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.06 Высокомолекулярные соединения

Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) Химико-биологическое образование, География

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: химии и биологии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4		5
Семестр/триместр	7		9

Лекции	18		4
Лабораторные занятия	18		4
Практические (семинарские) занятия			
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации			
Контроль	Зачет – 0,2		Зачет – 0,2
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	71,8		99,8

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:
кандидат биологических наук,

доцент кафедры химии и биологии Петрищева Т.Ю.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: рассмотрение теоретических и методологических основ, а также современных методов исследования высокомолекулярных соединений.

Задачи изучения дисциплины:

1. Изучение курса химии полимеров и полимерных композиционных материалов.
2. Изучение курса физики полимеров и полимерных композиционных материалов.
3. Изучение методов исследования полимеров и полимерных композиционных материалов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина реализуется в рамках блока Б1, в части формируемой участниками образовательных отношений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции и	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-2 Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса	Знать: - закономерности, принципы и уровни формирования и реализации содержания образования по дисциплинам Биология, Химия; - структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного предмета по дисциплинам Биология, Химия, География.	Знает: - базовые понятия химии, касающиеся полимерных соединений; - структуру, состав дидактической единицы содержания школьного предмета химии
	Уметь: - осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения дисциплин Биология, Химия, География в соответствии с дидактическими целями, возрастными особенностями обучающихся и требованиями ФГОС общего образования.	Умеет: - осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения дисциплины Химия, в соответствии с дидактическими целями, возрастными особенностями обучающихся и требованиями ФГОС общего образования.

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предметным содержанием дисциплин Биология, Химия, География; - умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения дисциплинам Биология, Химия, География. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предметным содержанием дисциплины Химия - умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения по химии в области высокомолекулярных соединений
--	--	--

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ
с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Химия полимеров и полимерных композиционных материалов	47,8	8		8	31,8
1.	Тема 1. Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров.	11,8	2		2	7,8
2.	Тема 2. Смеси полимеров.	12	2		2	8
3.	Тема 3. Природные полимеры и их разновидности	12	2		2	8
4.	Тема 4. Химическая модификация полимеров.	12	2		2	8
	Раздел 2. Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов	60	10		10	40
5.	Тема 5. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов.	12	2		2	8
6	Тема 6. Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР.	12	2		2	8
7	Тема 7. Оптическая и электронная микроскопия.	12	2		2	8
8	Тема 8. Физико-механические методы.	12	2		2	8
9	Тема 9. Особенности методов исследования нанокompозитов и их ингредиентов.	12	2		2	8
	<i>Контроль</i>					
	<i>Консультация</i>	4				
	<i>Форма отчетности зачет</i>	0,2				
	ИТОГО:	108	18		18	71,8

Очно-заочная форма обучения не реализуется

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Химия полимеров и полимерных композиционных материалов	46,8	2			44,8
1.	Тема 1. Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров.	11,8				11,8
2.	Тема 2. Смеси полимеров.	12	1			11
3.	Тема 3. Природные полимеры и их разновидности	12	1			11
4.	Тема 4. Химическая модификация полимеров.	11				11
	Раздел 2. Методы исследования полимеров и полимерных композиционных материалов	61	2		4	55
5.	Тема 5. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов.	12	1			11
6	Тема 6. Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР.	12	1			11
7	Тема 7. Оптическая и электронная микроскопия.	11				11
8	Тема 8. Физико-механические методы.	13			2	11
9	Тема 9. Особенности методов исследования нанокompозитов и их ингредиентов.	13			2	11
	<i>Контроль</i>					
	<i>Консультация</i>					
	<i>Форма отчетности зачет</i>	0,2				
	ИТОГО:	108	4		4	99,8

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Варианты заданий для контрольной работы

Общие сведения о полимерах

1. Описать характер влияния величины (молекулярной массы, степени полимеризации) и формы макромолекулы на физико-химические свойства полимерного вещества.
2. Для некоторого количества полимера известного состава оценить число макромолекул по заданной степени полимеризации.
3. Описать тип молекулярно-массового распределения полимера по известным значениям молекулярных масс, определенных различными экспериментальными методами (вискозиметрия, светорассеяние, осмометрия и др.).
4. По заданной форме числовых ММР для двух полимеров оценить соотношение между среднемассовыми молекулярными массами этих полимеров.
5. Рассчитать числовое значение средней молекулярной массы, если заданы числа макромолекул и их молекулярные массы.
6. Оценить число вариантов конфигурационных изомеров для диады некоторой полимерной цепи.
7. Перечислить факторы, влияющие на конфигурационный состав некоторого полимера в процессе его эксплуатации.
8. Оценить величину статистического сегмента для некоторого полимера с известной молекулярной массой и размерами статистического клубка.
9. Отнести некоторый полимер к определенным классам по составу и строению.
10. Составить уравнение химической реакции с участием полимерного вещества и провести по нему некоторые стехиометрические расчеты.

Синтез полимеров

1. Определить тип механизма инициирования в некоторой реакции полимеризации по энергиям активации для реакции полимеризации и стадий роста и обрыва цепи.
2. Провести расчет максимальной среднечисловой молекулярной массы некоторого полимера по заданным величинам констант роста, скорости обрыва и передачи цепи на мономер.
3. Провести расчет длины материальной цепи полимера по заданным величинам скоростей роста и обрыва цепи.
4. Рассчитать величину константы скорости инициирования при заданных концентрациях мономера и инициатора по величине скорости инициирования.
5. Указать необходимые термодинамические условия для существования верхней и нижней предельной температуры полимеризации.

6. Оценить зависимость соотношения вероятностей линейной поликонденсации и циклизации для аминокислот от длины радикала, разделяющего карбоксильную и аминную группы.

7. Вычислить начальные соотношения компонентов реакции поликонденсации по заданной величине точки гелеобразования.

8. Рассчитать максимально возможную степень полимеризации в реакции поликонденсации по заданным начальным количествам мономеров.

9. Рассчитать начальные количества реагентов, необходимые для получения поликонденсационного полимера с заданной степенью полимеризации.

10. Оценить относительную склонность ряда мономеров к чередованию с метилметакрилатом в радикальной сополимеризации.

11. Указать тип сополимера для заданной пары мономеров в указанных условиях.

12. Определить состав сополимера по величинам констант сополимеризации.

13. Указать характер влияния температуры на степень полимеризации циклического мономера в заданных условиях.

14. Оценить состав сополимера, полученного из известных мономеров путем анионной/катионной полимеризации.

15. Определить характер влияния природы растворителя на скорость полимеризации.

16. Рассчитать коэффициент эквивалентности для заданной смеси мономеров.

17. Определить наиболее эффективный инициатор для полимеризации заданного мономера.

18. Определить структуру активного центра в некоторой реакции полимеризации.

Химические свойства и превращения полимеров

1. Оценить вероятность получения мономерного продукта при термической деструкции некоторых полимеров.

2. Определить конфигурационное строение полимерной цепи по химическому составу продуктов его деструкции.

3. Указать наиболее эффективный способ получения блок-сополимера заданного состава.

4. Указать характерные закономерности некоторого процесса химического превращения полимера.

5. По виду кинетической кривой гидролиза стереорегулярного полиэфира определить характер распределения звеньев в продуктах гидролиза.

6. Оценить соотношение между температурами стеклования привитого сополимера и его чистых компонентов.

7. Определить химический состав продуктов деструкции некоторого полимера.

8. Определить наиболее эффективный стабилизатор для процесса термоокислительной деструкции некоторого полимера.

9. По кинетике реакции хлорирования углеводородного полимера оценить характер распределения замещенных положений вдоль цепи.

10. Указать полимеры, образующие при пиролизе внутримолекулярные циклы при сохранении полимерной природы.

11. Указать методы, позволяющие отличить смесь гомополимеров от привитого сополимера.

Физико-химические свойства растворов ВМС

1. Описать зависимость нижней критической температуры растворения полимера от его молекулярной массы.

2. Описать изменение второго вириального коэффициента при изменении температуры в интервале НКТР - ВКТР при заданном соотношении между критическими температурами.

3. Оценить величину относительного понижения упругости пара растворителя над раствором полимера по заданной величине свободной энергии смешения в системе "полимер – растворитель".

4. Оценить характер геометрической формы макромолекул по заданным величинам молекулярной массы, константы Марка-Куна-Хаувинка и характеристической вязкости.

5. Описать зависимость характеристической вязкости раствора полимера с НКТР от температуры.

6. Описать изменение параметров уравнения Марка-Куна-Хаувинка при изменении химической природы растворителя.

7. Указать характер связи между среднеквадратичным расстоянием между концами цепи макромолекул и характеристической вязкостью раствора.

8. Описать изменение характеристической вязкости раствора полимера при добавлении осадителя.

9. Описать зависимость второго вириального коэффициента в смеси двух растворителей от состава этой смеси.

10. Каково соотношение между вискозиметрическими молекулярными массами полимера, определенным в хорошем и в плохом растворителях?

Физико-химические свойства растворов полиэлектролитов

1. Описать изменение приведенной вязкости раствора полиэлектролита при изменении ионной силы раствора.

2. Описать зависимость степени набухания полиэлектролитов от величины рН.

3. Определить направление движения макромолекул белка в заданных условиях.

4. Описать вид кривых потенциометрического титрования некоторого полиэлектролита.

5. Описать изменение рН раствора полиэлектролита при добавлении некоторых низкомолекулярных электролитов.

6. Указать условия, позволяющие измерять молекулярную массу полиэлектролитов осмометрическим способом.

7. Описать влияние рН на удельную вязкость растворов полиэлектролитов.

Аморфные и кристаллические полимеры

1. По величине равновесной степени набухания оценить модуль упругости сшитого полимера.

2. Сравнить величины остаточной деформации некоторых полимеров с различной структурой.
3. Оценить температуру плавления полимера по заданным величинам термодинамических параметров процесса плавления.
4. Указать характер зависимости упругости от температуры для идеальных и неидеальных эластомеров.
5. Описать вид рентгенограммы для растянутого образца некоторого кристаллического полимера.
6. Описать характер зависимости величины деформации полимерного образца при постоянной нагрузке от температуры.
7. Оценить величину температуры стеклования сшитого полимера по степени сшивки и величине механического сегмента.
8. Описать зависимость температуры стеклования от температуры для аморфных полимеров.
9. Провести расчет долговечности образца нагруженного полимера при заданных условиях.
10. Указать относительные величины температуры стеклования для ряда полимеров известного химического состава.
11. Описать влияние скорости охлаждения расплавленного аморфного полимера на плотность полученного стекла.
12. Описать изменение интервала между температурами стеклования и текучести с увеличением молекулярной массы полимера.
13. Описать зависимость температуры плавления кристаллического полимера от температуры, при которой он был закристаллизован из расплава.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету*.

Вопросы к зачету **(7 семестр/9 семестр, очная / заочная форма обучения)**

1. Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров. Особенности их химического строения. Синтетические органические, элементоорганические, неорганические и природные полимеры.
2. Реакции получения олигомеров и высокомолекулярных соединений. Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно-координационная, особенности указанных полимеризационных процессов. Полимеризация в растворе, в массе, в суспензии, в эмульсии, в твердой фазе. Термодинамика полимеризационных процессов.
3. Металлоценовый катализ, механизм и кинетика реакций. Стереорегулярные полимеры и условия их получения. Механизм стереоспецифической полимеризации.

4. Полиприсоединение. Механизм образования полиуретанов, поликарбамидов и эпоксидных полимеров.

5. Поликонденсация: равновесная и неравновесная. Типы химических реакций поликонденсации. Функциональность мономеров, олигомеров и ее значение. Реакционная способность функциональных групп. Совместная поликонденсация и ее характерные особенности в случае равновесной и неравновесной поликонденсации.

6. Трехмерная поликонденсация и ее закономерности. Влияние функциональности исходных соединений. Разнозвенность полимеров, получаемых методами поликонденсации.

7. Синтез мономеров и полисопряженных полимеров на их основе, химическое строение, молекулярная и надмолекулярная структура типичных полисопряженных полимеров: полиацетилена, полидиацетиленов, полианилинов, полифениленвиниленов, политиофенов и др., понятие об их электронной структуре. Связь между методами их синтеза и строением. Химическая и электрохимическая модификация полисопряженных полимеров.

8. Основные признаки разветвленных полимеров и методы синтеза, их конфигурация (на уровнях звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Факторы, определяющие конформационные переходы. Структурная модификация и надмолекулярная структура. Сверхразветвленные полимеры и дендримеры, их синтез и особенности строения.

9. Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров.

10. Образование пространственных структур в эластомерах и их динамика. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток. Влияние типа поперечных связей на механические свойства сшитых эластомеров.

11. Смеси полимеров. Истинные и коллоидные растворы смесей полимеров, механизм смешения и типы фазовых структур в смесях полимеров.

12. Смеси полимеров как матрицы для получения полимерных композиционных материалов (ПКМ), специфика синтеза ПКМ с их применением. Многокомпонентные смеси полимеров.

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

14. Химическая модификация полимеров. Основные закономерности модификации полимеров. Реакционная способность функциональных групп макромолекул и низкомолекулярных соединений. Эффекты цепи и соседней группы, конфигурационные и конформационные эффекты.

15. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на кинетические закономерности и строение образующихся полимеров. Композиционная неоднородность.

16. Реакции структурирования полимеров и их особенности. Изменение свойств полимеров в результате структурирования. Межмолекулярные реакции и образование трехмерных сеток. Реакции присоединения, отщепления и изомеризации.

17. Классификация полимерных композиционных материалов и полимерных нанокомпозитов. Виды материалов: полимер-полимерные смеси, ПКМ, армированные непрерывными, короткими волокнами и пластинчатыми наполнителями, дисперснонаполненные ПКМ, пенополимеры, многокомпонентные ПКМ. Методы получения полимерных композиционных материалов.

18. Волокнообразующие полимеры и волоконные полимерные композиты, методы получения и структура.

19. Тип, форма и основные свойства армирующих наполнителей: непрерывные стеклянные, углеродные, борные, органические и др. Волокна, нити, жгуты, ровинги, ленты и ткани; короткие волокна, маты из них; наполнители плоскостной структуры. Физико-химия поверхности наполнителей.

20. Типы и свойства матриц (термопластичные и термореактивные полимеры, полимер-полимерные смеси). Методы получения полимерных композиционных материалов.

21. Межфазные явления на границах раздела полимер-полимер, полимер-твердое тело. Адгезия. Влияние формы, химического и физического состояния поверхности на свойства ПКМ. Аппреты. Методы химической и физической модификации компонентов ПКМ.

22. Нанокомпозиты. Типы ингредиентов, материалы и методы, применяемые для получения нанокомпозитов. Особенности их получения и основные свойства нанокомпозитов.

23. Основы технологии полимеров и полимерных композиционных материалов. Методы получения наполнителей, их фракционирование и обработка, способы совмещения функциональных ингредиентов и полимерных матриц. Технология переработки полимеров и ПКМ в полупродукты и изделия.

24. Деструкция полимеров и композиционных материалов. Старение полимеров. Стабилизация высокомолекулярных соединений.

25. Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением.

26. Флуоресцентный анализ полимеров.

27. Электронный и ядерный парамагнитный резонансы.

28. Теплофизические методы.

29. Масс-спектрометрия. Сущность метода, аппаратура, области применения. Время-пролетная масс-спектрометрия.

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

31. Оптическая и электронная микроскопия.

32. Физико-механические методы. Термомеханический метод.

33. Неразрушающие методы исследования ПКМ.

34. Динамические методы. Диэлектрическая и механическая спектроскопия.
35. Электрофизические методы исследования свойств полимеров и ПКМ.
36. Туннельная микроскопия.
37. Полярография и другие электрохимические методы.
38. Транспортные методы для исследования полимеров. Обращенная и гель-проникающая хроматография.
39. Особенности методов исследования нанокompозитов и их ингредиентов.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Хакимуллин, Ю.Н. Химия и физика полимеров: физические состояния полимеров : [16+] / Ю.Н. Хакимуллин, Л.Ю. Закирова ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 141 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500918> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 139. – ISBN 978-5-7882-2215-8. – Текст : электронный.

5.2. Дополнительная литература

1. Бахтеев, С.А. Метрологическое обеспечение лабораторных работ по аналитической химии : учебное пособие / С.А. Бахтеев, Р.А. Юсупов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 140 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500474> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2286-8. – Текст : электронный.
2. Рыбальченко, И.В. Методы измерения физико-химических величин при выполнении химического эксперимента : учебное пособие : [16+] / И.В. Рыбальченко, Е.М. Баян, Е.С. Медведева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 118 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598604> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 113. – ISBN 978-5-9275-3249-0. – Текст : электронный.
3. Химия элементов. Лабораторный практикум : учебное пособие / С.И. Нифталиев, Ю.С. Перегудов, С.Е. Плотникова, Е.М. Горбунова ; науч. ред. С.И. Нифталиев ; Воронежский государственный университет

инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 53 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482076> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-00032-275-8. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ Пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

**VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
3.	http://www.mnr.gov.ru	Сайт Министерства	Регистрация через

		природных ресурсов и экологии РФ	любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
--	--	----------------------------------	---

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестации проводятся в специализированных лабораториях.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета