

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной работе

Ф.Д. Кодзоева

« 30 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Физика полимеров

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2022

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины "Физика полимеров" является изучение свойств полимерных молекул, моделей, описывающих их свойства.

Физику полимеров интересует связь между строением и свойствами вещества. Любые твердые тела, в том числе и полимеры, представляют собой системы, в которых можно выделить ряд важнейших подсистем (решетка, молекулы, атомные ядра, система электронов, система спинов и др.) Хотя указанные подсистемы связаны между собой, воздействия на твердые тела различных силовых полей (механических, электрических и магнитных) вызывают раздельное проявление их особенностей.

Настоящий курс — это введение в физику конденсированного состояния полимеров. Для этого предполагается ознакомление студентов со строением структурной и свойствами макромолекул. Будут изучены различные физические состояния полимеров. Обладая своим сверхсостоянием, которое называется высокоэластическим, полимеры в физике твердого тела попадают в такой класс, у которых наблюдаются сверхсостояния (сверхпроводимость, сверхэластичность, сегнетоэлектрическое состояние). Это объясняется не только структурой полимерных молекул, но и свойствами внутреннего вращения, известными для простых молекул в молекулярной физике.

В курсе будут рассмотрены: термодинамика и статистическая физика полимеров и ориентированные состояния полимеров; особенности взаимосвязи строения структуры и физических свойств полимеров, методы исследования полимеров.

Изучение физики полимеров в курсе сопровождается приведением демонстрационного эксперимента, выполнением лабораторных работ, разработкой и созданием экспериментальных научно-исследовательских установок.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата.

Дисциплина «Физика полимеров» к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.02)

Дисциплина читается на 4 курсе в 8 семестре.

При изучении физики полимеров используются знания:

а) по всему объему общей физики (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика);

б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику;

в) основные сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Физика полимеров» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Физика полимеров»	Семестр
Б1.О.04.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.04.02	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.О.04.04	Диф.уравнения	3
Б1.О.04.06	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.О.07	Общая физика	1,2,3,4,5
Б.1.О.16	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Физика полимеров» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Физика полимеров»	Семестр
Б.1.В.ДВ.07.01	Методы исследования твердых тел	5

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Физика полимеров» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Физика полимеров»	Семестр
Б.1.О.17	Квантовая теория	7
Б.1.В.10	Статистическая физика	7

3. Результаты освоения дисциплины «Физика полимеров»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	<p>ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p> <p>ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней</p>	<p>Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять</p>

		естественнонаучных дисциплин.	знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий. ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности. ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.	Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований. Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	Всего	Порядковый номер семестра
		7
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	9	9

Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	198	198
Лекции (Л)	54	54
Лабораторные занятия (ЛЗ)	144	144
Самостоятельная работа (СР) всего (в акад. часах), в том числе:	99	99
Контроль (К)	27	27
Вид итоговой аттестации:		
Зачет/дифф.зачет		
Экзамен	+	
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	324	324

Распределение часов дисциплины (по темам и видам работ).

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Л	ЛР	СР	К
1.	Введение. Полимеры и классификация.		1	2	2	
2.	Особенности строения полимеров. Регулярные и нерегулярные полимеры.		1	2	2	1
3.	Внутреннее вращение. Потенциальный барьер.		1	2	2	
4.	Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.		1	2	2	1
5.	Термодинамическая и кинетическая гибкости цепей.		1	2	2	
6.	Надмолекулярные структуры полимеров и типы.		1	2	2	
7.	Кристаллические полимеры. Их структура. Ориентированные и неориентированные полимеры.		1	3	2	
8.	Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях.		1	4	2	1
9.	Жидкокристаллические структуры полимеров.		1	2	2	
10.	Стеклообразное и кристаллическое состояния полимеров. Стеклование как основной релаксационный процесс в полимерах. Структурное и механическое стеклование.		2	4	2	1
11.	Теория структурного стеклования. Отличие структурного стеклования от фазового перехода.		1	2	2	1
12.	Механическое стеклование. Причина различия между $T_{с.с.}$ и $T_{т.с.}$		1	2	2	
13.	Природа механических потерь. Тангенс механических потерь.		1	2	2	
14.	Релаксационные явления в полимерах. Релаксационная спектроскопия. Стрелка действия.		1	3	2	1
15.	Принцип температурно-временной эквивалентности. Методы «зондирования» структуры макромолекул.		1	3	2	1
16.	Классификация релаксационных процессов в полимерах. Релаксация напряжения.		1	3	2	
17.	Релаксационные процессы и их связь с коэффициентом механических потерь.		1	2	2	1
18.	Природа релаксационных процессов. Модельное описание строения полимеров с позиции релаксационной спектроскопии.		1	3	2	1

19.	Методы термодинамики в исследовании физических свойств полимерных материалов. Метод круговых процессов.		1	3	2	1
20.	Метод термодинамических потенциалов. Термическое и калорическое уравнения. Простые системы. Основные термодинамические соотношения.		1	4	2	1
21.	Термодинамические уравнения. Уравнения деформации, следующие из первого начала термодинамики. Уравнения следующие из второго начала термодинамики. Свойства сеточных полимеров. Квазиравновесные деформации сеточных полимеров.		1	4	3	1
22.	Уравнения состояния полимерных сеток. Работа при деформации высокоэластического материала.		1	2	2	
23.	Термодинамический потенциал Гиббса и природа высокой эластичности. Уравнение деформации полимерной сетки.		1	4	2	1
24.	Механика равновесной деформации полимерных сеток. Уравнение Муни.		1	2	2	
25.	Уравнение Ривлина. Общее уравнение Трелоара. Вклад внутренней энергии в высокую эластичность.		1	2	2	
26.	Теория термоэластичности высокоэластических материалов.		1	2	2	
27.	Термоэластическая инверсия. Инверсия теплового эффекта при деформации.		1	3	2	
28.	Статистическая физика макромолекул и полимерных сеток. Природа гибкости макромолекул. Структура и физические свойства макромолекул.		1	3	2	1
29.	Среднее квадратическое расстояние между концами макромолекул. Сегмент линейной макромолекулы.		1	3	2	
30.	Внутреннее вращение. Учет заторможенности при внутреннем вращении связей.		1	3	2	1
31.	Конформационная статистика макромолекул. Формулы Бреслера-Френкеля и Тейлора.		1	3	2	1
32.	Распределение линейной макромолекулы по длинам.		1	2	2	
33.	Уравнение состояния линейной макромолекулы.		1	2	2	
34.	Статистическая термодинамика линейной макромолекулы при больших растяжениях. Уравнение состояния макромолекул.		1	3	2	1
35.	Классическая статистическая теория деформации полимерных сеток. Деформация и энтропия отдельной цепи сетки. Высокоэластический потенциал полимерной сетки. Уравнение деформации полимерной сетки.		1	4	3	1
36.	Сравнение теории с экспериментальными данными. Одноосное растяжение. Двухосное несимметричное растяжение. Чистый сдвиг. Смешанный сдвиг.		1	4	2	
37.	Развитие статистических теорий высокой эластичности полимерных сеток. Многопараметрические уравнения деформации.		1	4	2	1
38.	Теория реальных сеток Зябицкого. Теория Кроссленда и Ван-дер-Гоффа.		1	2	2	
39.	Блок-сополимеры, их особенности.		1	2	2	

40.	Композиционные полимерные материалы.		1	2	2	
41.	Основные структурные представления. Структура неупорядоченных цепей. Морфологические особенности.		1	3	2	1
42.	Плавление гомополимеров. Введение. Природа процесса плавления. Влияние молекулярного веса.		1	2	2	
43.	Плавление сополимеров. Введение. Теория. Общие экспериментальные результаты. Геометрический изомеризм. Стереои́зомеризм. Разветвленность. Упорядоченные сополимеры. Набухшие сополимеры.		1	4	2	1
44.	Общие сведения о полимерах. Надмолекулярные структуры в аморфных полиарилатах и физико-химические способы их регулирования. Кристаллические полиарилаты.		1	4	2	
45.	Структура полимеров. Химическая структура полимеров. Физические свойства полимерных цепей и процессы релаксации. Надмолекулярные и надсегментальные структуры. Взаимосвязь между кристаллической и аморфной структурами полимеров.		1	4	2	1
46.	Природа релаксационных процессов в аморфных веществах. Флуктуационная теория β и α – релаксации. Два подхода к процессам стеклования в различных веществах. Природа мелкомасштабного β - и α -процесса релаксации. Кинетические единицы, ответственные за β - и α - процессы релаксации. Крупномасштабный λ - процесс релаксации в жидкостях.		2	4	3	1
47.	Молекулярные сетки и физические узлы в полимерах. Локальные физические узлы. Узлы зацеплений. Водородные связи в полимерах. Микрообъемные физические узлы молекулярной сетки и λ - процессы релаксации в полимерах. Молекулярные сетки и вязкое течение.		1	4	3	1
48.	Стеклование полимеров и α - процесс релаксации. Двойственная природа стеклования. Стеклование и α -релаксации. Температурная зависимость времени релаксации. Структурное и механическое стеклование.		1	4	2	1
49.	Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.		1	4	2	1
50.	Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.		1	3	2	
51.	Термический анализ полимеров.		1	2	2	1
52.	Полярографический метод исследования полимеров.		1	2	2	
	Итого аудиторных часов:	324	54	144	99	27

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Введение. Полимеры и классификация.

Особенности строения полимеров. Регулярные и нерегулярные полимеры.

Внутреннее вращение. Потенциальный барьер.
Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.
Термодинамическая и кинетическая гибкости цепей.
Надмолекулярные структуры полимеров и типы.
Кристаллические полимеры. Их структура. Ориентированные и неориентированные полимеры.
Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях.
Жидкокристаллические структуры полимеров.
Стеклообразное и кристаллическое состояния полимеров. Стеклование как основной релаксационный процесс в полимерах. Структурное и механическое стеклование.
Теория структурного стеклования. Отличие структурного стеклования от фазового перехода.
Механическое стеклование. Причина различия между Тс.с. и Тт.с.
Природа механических потерь. Тангенс механических потерь.
Релаксационные явления в полимерах. Релаксационная спектрометрия. Стрелка действия.
Принцип температурно-временной эквивалентности. Методы «зондирования» структуры макромолекул.
Классификация релаксационных процессов в полимерах. Релаксация напряжения.
Релаксационные процессы и их связь с коэффициентом механических потерь.
Природа релаксационных процессов. Модельное описание строения полимеров с позиции релаксационной спектрометрии.
Методы термодинамики в исследовании физических свойств полимерных материалов. Метод круговых процессов.
Метод термодинамических потенциалов. Термическое и калорическое уравнения. Простые системы. Основные термодинамические соотношения.
Термодинамические уравнения. Уравнения деформации, следующие из первого начала термодинамики. Уравнения следующие из второго начала термодинамики. Свойства сеточных полимеров. Квазиравновесные деформации сеточных полимеров.
Уравнения состояния полимерных сеток. Работа при деформации высокоэластического материала.
Термодинамический потенциал Гиббса и природа высокой эластичности. Уравнение деформации полимерной сетки.
Механика равновесной деформации полимерных сеток. Уравнение Муни.
Уравнение Ривлина. Общее уравнение Трелоара. Вклад внутренней энергии в высокую эластичность.
Теория термоэластичности высокоэластических материалов.
Термоэластическая инверсия. Инверсия теплового эффекта при деформации.
Статистическая физика макромолекул и полимерных сеток. Природа гибкости макромолекул. Структура и физические свойства макромолекул.
Среднее квадратическое расстояние между концами макромолекулы. Сегмент линейной макромолекулы.
Внутреннее вращение. Учет заторможенности при внутреннем вращении связей.
Конформационная статистика макромолекул. Формулы Бреслера-Френкеля и Тейлора.
Распределение линейной макромолекулы по длинам.
Уравнение состояния линейной макромолекулы.
Статистическая термодинамика линейной макромолекулы при больших растяжениях. Уравнение состояния макромолекулы.
Классическая статистическая теория деформации полимерных сеток. Деформация и энтропия отдельной цепи сетки. Высокоэластический потенциал полимерной сетки. Уравнение деформации полимерной сетки.
Сравнение теории с экспериментальными данными. Одноосное растяжение. Двухосное несимметричное растяжение. Чистый сдвиг. Смешанный сдвиг.

Развитие статистических теорий высокой эластичности полимерных сеток. Многопараметрические уравнения деформации.

Теория реальных сеток Зябицкого. Теория Кроссленда и Ван-дер-Гоффа.

Блок-сополимеры, их особенности.

Композиционные полимерные материалы.

Основные структурные представления. Структура неупорядоченных цепей. Морфологические особенности.

Плавление гомополимеров. Введение. Природа процесса плавления. Влияние молекулярного веса.

Плавление сополимеров. Введение. Теория. Общие экспериментальные результаты. Геометрический изомеризм. Стереоиизомеризм. Разветвленность. Упорядоченные сополимеры. Набухшие сополимеры.

Общие сведения о полимерах. Надмолекулярные структуры в аморфных полиарилатах и физико-химические способы их регулирования. Кристаллические полиарилаты.

Структура полимеров. Химическая структура полимеров. Физические свойства полимерных цепей и процессы релаксации. Надмолекулярные и надсегментальные структуры. Взаимосвязь между кристаллической и аморфной структурами полимеров.

Природа релаксационных процессов в аморфных веществах. Флуктуационная теория β и α – релаксации. Два подхода к процессам стеклования в различных веществах. Природа мелкомасштабного β - и α - процесса релаксации. Кинетические единицы, ответственные за β - и α - процессы релаксации. Крупномасштабный λ - процесс релаксации в жидкостях.

Молекулярные сетки и физические узлы в полимерах. Локальные физические узлы. Узлы зацеплений. Водородные связи в полимерах. Микрообъемные физические узлы молекулярной сетки и λ - процессы релаксации в полимерах. Молекулярные сетки и вязкое течение.

Стеклование полимеров и α - процесс релаксации. Двойственная природа стеклования. Стеклование и α - релаксации. Температурная зависимость времени релаксации. Структурное и механическое стеклование.

Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.

Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.

Термический анализ полимеров.

Полярографический метод исследования полимеров.

Лабораторные работы.

1. Определение электрической прочности твердых диэлектриков
2. Определение показателя преломления полимеров и его инкремента
3. Определение модуля упругости полимеров
4. Определение температурных переходов в полимерах методом термомеханического анализа
5. Определение плотности и степени кристалличности полимеров
6. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь в твердых диэлектриках
7. Определение коэффициента линейного расширения полимеров и температурной зависимости их удельного объема

5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Введение. Полимеры и классификация.	классическое традиционное; лекционное обучение
2	Особенности строения полимеров.	классическое традиционное;

	Регулярные и нерегулярные полимеры.	лекционное обучение, наглядные, программированные
3	Внутреннее вращение. Потенциальный барьер.	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
4	Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Термодинамическая и кинетическая гибкости цепей.	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
6	Надмолекулярные структуры полимеров и типы.	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
7	Кристаллические полимеры. Их структура. Ориентированные и неориентированные полимеры.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
8	Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
9	Стеклование полимеров и α - процесс релаксации. Двойственная природа стеклования. Стеклование и α -релаксации. Температурная зависимость времени релаксации. Структурное и механическое стеклование.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
10	Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
11	Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Природные и синтетические полимеры. Методы определения молекулярной массы полимеров. Молекулярно-массовое распределение	Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела	1,5,8	4

2	<p>Модели молекул Ньюмана. Вращение вокруг С-С связей. Заторможенное вращение. Модель свободно-сочленённой цепи макромолекулы. Понятие о сегменте Куна. Характеристики гибкости макромолекул. Конформации макромолекул.</p>	<p>Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Изучение литературы по теме обзора Подготовка тематического обзора</p>	2,5,11	4
3	<p>Межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Особенности макромолекулярных кристаллов. Аморфное состояние полимеров. Модели Йеа и Перепечко. Температуры стеклования и текучести. Методы определения. Особенности трёх физических состояний полимеров.</p>	<p>Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Подготовка к контрольной работе Повторение материала предыдущих разделов</p>	6,9	5
4	<p>Релаксационные явления. Кривая гистерезиса при определении зависимости деформации от напряжения. Температурно-частотный метод изучения полимеров Александра - Лазуркина. Механические потери. Тангенс угла механических потерь.</p>	<p>Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Выбор темы проекта Подбор и изучение литературы по теме проекта Разработка проекта Подготовка отчета по проекту</p>	10, 11	5
5	<p>Теоретическая прочность полимеров. Ударная прочность. Кратковременная и длительная прочность.</p>			4
6	<p>Особенности растворов полимеров. Термодинамика растворения</p>			5

	полимеров. Набухание полимеров.		
	Всего		27

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	9	Зачет
2	Подготовка к лабораторным занятиям	9	допуск и защита лабораторных работ.
3	Подготовка к экзамену	9	Экзамен

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контрольные вопросы.

1. Дать определение полимерного материала.
2. Что понимают под надмолекулярной структурой полимеров?
3. Охарактеризуйте основные типы кристаллических структур полимеров.
4. Каковы современные представления о надмолекулярной структуре аморфных полимеров.
5. Назовите физические состояния аморфных полимеров.
6. Дайте характеристику стеклообразного состояния полимеров.
7. Дайте определение температуре стеклования полимера и объясните ее зависимость от полярности и гибкости макромолекул.
8. Охарактеризуйте особенности высокоэластического состояния полимеров.
9. Объясните механизм высокоэластичности полимеров.
10. Охарактеризуйте особенности вязкотекучего состояния полимеров.
11. Дайте определение температуре текучести полимера и объясните ее зависимость от полярности, молекулярной массы макромолекул.
12. Дайте определение температурам кристаллизации и плавления полимеров.
13. Охарактеризуйте особенности кристаллического состояния полимеров.
14. Какие показатели характеризуют механические свойства полимеров?
15. Какие показатели характеризуют деформационные свойства полимеров?
16. Назовите составляющие общей деформации полимеров.
17. Какие процессы протекают в полимере при растяжении.
18. В чем различие упругой и высокоэластической деформации.
19. Что характеризует модуль упругости полимера, и как он определяется?
20. Охарактеризуйте релаксационные свойства полимеров.

21. Объясните природу α -, β - и γ -релаксационных процессов в полимерах.
 22. В чем заключается принцип температурно-временной эквивалентности.
 23. Какие кинетические единицы ответственны за β - и α -процессом релаксации?
 24. Основные термодинамические потенциалы, используемые в физике полимеров.
 25. Работа при деформации высокоэластического материала.
 26. Природа высокой эластичности деформации полимерной сетки.
 27. Высокоэластический потенциал и его физический смысл.
 28. Статистическая физика полимеров. Определение среднего квадратического расстояния между началом и концом макромолекул.
 29. Уравнение состояния линейной макромолекулы.
 30. Основные закономерности течения полимерных сеток.
 31. Методы определения физико-механических свойств полимеров.
 32. Оптические методы исследования полимеров.
 33. Акустические методы исследования полимеров.
 34. Электрические и магнитные методы исследования полимеров.
 35. Экспериментальная установка «Язычковый прибор».
- Экспериментальная установка «Динамический испытатель полимеров».

Вопросы для опроса по дисциплине

1. Что такое полимер?
2. Степень полимеризации.
3. Молекулярная масса полимеров
4. Полидисперсность полимеров
5. Молекулярно-массовое распределение
6. Конфигурации и конформации макромолекул
7. Стереохимия полимеров
8. Гибкость полимерных цепей
9. Термодинамическая и кинетическая гибкость полимерной цепи
10. Статистические методы оценки размеров макромолекул
11. Сегмент Куна
12. Влияние различных факторов на гибкость цепи
13. Надмолекулярная структура полимеров
14. Фазовые состояния полимеров
15. Кристаллические и аморфные полимеры
16. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров

Вопросы для зачёта

1. Кристаллические и аморфные полимеры
2. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров
3. Надмолекулярная структура аморфных полимеров
4. Физические состояния аморфных полимеров
5. Понятие о релаксации полимеров
6. Термомеханический метод исследования полимеров
7. Термомеханические кривые
8. Стеклообразное состояние полимеров
9. Структурное и механическое стеклование полимеров
10. Факторы, влияющие на температуру стеклования
11. Вынужденная эластическая деформация в полимерах
12. Высокоэластическое состояние полимеров
13. Природа эластичности
14. Релаксационные явления в высокоэластическом состоянии
15. Вязкотекучее состояние полимеров
16. Факторы, влияющие на температуру текучести полимеров

17. Сущность вязкости полимеров
18. Законы течения полимеров
19. Механизм течения полимеров
20. Высокоэластические явления при течении полимеров
21. Механическая прочность и долговечность полимеров
22. Механизм разрушения полимеров в стеклообразном состоянии
23. Механизм разрушения полимеров в высокоэластическом состоянии
24. Растворы высокомолекулярных соединений
25. Растворы высокомолекулярных соединений
26. Набухание и растворение полимеров
27. Концепция параметра растворимости
28. Пластификация полимеров
29. Правило Журкова и Каргина-Малинского
30. Адгезия и аутогезия
31. Адгезия и когезия в полимерах

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная:

1. Поликонденсационные реакции и полимеры, Микитаев А. К. Нальчик.: 2007
2. Электрические свойства полимеров Э. Р. Блайт, Д. Блур, М.: ФИЗМАТЛИТ 2008
3. Структура полимеров от молекул до наноансамблей, Интеллект, Долгопрудный 2009
4. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов «Интеллект» 2010

Дополнительная

1. Г.В. Виноградов, А.Я. Малкин. Реология полимеров. М. 1972.
2. Б. Вундермах. Физика макромолекул. М., 1976, т.1. 1979, т.2.
3. П.П. Кобеко. Аморфные вещества. Л. 1952.
4. В.Н. Кулезнев. Смеси полимеров. М. 1980.
5. Н. Уорд. Механические свойства твердых полимеров. М. 1975.
6. Энциклопедия полимеров. М. 1972-1974, т.1-3.
7. Дж. Фери. Вязкоупругие свойства полимеров. М. 1963.
8. Новые методы исследования полимеров (под ред. Ю.С. Липатова. Киев, 1995).
9. Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленов. Курс физики полимеров. Л., 1976.
10. Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленов. Физика и механика полимеров. М., 1983.
11. Т.М. Бириштейн, О.Б. Птицын. Конформация макромолекул. М., 1978.
12. Д.В. Ван Кревелен. Свойства и химическое строение полимеров. М., 1978.
13. В.Е. Гуль. Структура и механические свойства полимеров. М., 1979.
14. .Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. Структура и механические свойства полимеров. М., 1979.
15. В.А. Каргин, Г.Л. Слонимский. Краткие очерки физико-химических полимеров.
16. В.Н. Кестельман. Физические методы модификации полимерных материалов. М., 1980.
17. А. Ношей, Д. Мак-Грат. Блок-сополимеры под редакцией Ю.С. Липатова. Киев, 1975.
18. И.И. Перепечко. Акустические методы исследования полимеров. М., 1978.
19. А.В. Тагер. Физико-химия полимеров. М., 1978.
20. Г.А. Лущейкин. Методы исследования электрических свойств полимеров. М. «Химия», 1988.
21. В.И. Цветков, В.Б. Френкель. Структура макромолекул в растворе. М. Наука, 1964.

22. Г.М. Бартенева, А.Г. Бартенева. Релаксационные свойства полимеров. М. «Химия», 1992.
 23. Практикум по химии и физики полимеров. М. «Химия», 1990.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3 Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Консультант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

1. Экспериментальная установка для исследования электрической прочности для твердых диэлектриков
2. Лабораторная установка для исследования определения объемного и поверхностного сопротивления твердых диэлектриков
3. Экспериментальная установка для исследования тепловых свойств твердых материалов
4. установка для определения модуля упругости плоских твердых тел
5. Установка для изучения оптических свойств растворов
6. Язычковый прибор (Я. П)
7. Определение диэлектрической проницаемости твердых тел

Рабочая программа дисциплины «Физика полимеров» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 920.

Программу составил: к.ф-м.н., профессор кафедры «Физика» А. С. Ахриев

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 10 от «20» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 10 от «22» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета
Протокол № 10 от « 29 » июня 2022 г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой