

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

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 12 » 03 2025 г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.В.03 Введение в физику полимеров

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

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика

(код, наименование)

Направленность

Физика

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2025г.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины " Введение в физику 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 «Введение в физику полимеров» к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03)

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 «Введение в физику полимеров» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Введение в физику 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 «Введение в физику полимеров» со смежными дисциплинами

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

3. Результаты освоения дисциплины «Введение в физику 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-6	УК-6. Способен	УК-6.1.. Использует	Знать: приоритеты

	управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов на основе принципов образования в течение всей жизни.	инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей. УК-6-2. Определяет приоритеты собственной реальности, личностного развития и профессионального роста. УК-6-3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста. УК-6-4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального роста.	собственной реальности Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов Владеть: стратегией профессионального роста.
ПК -4	Способен проводить научные исследования в соответствующей области знаний и оформлять результаты исследований и разработок	ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-4.2 Участвует в оформлении результатов исследований и разработок, полученных при проведении научных исследований в сфере профессиональной деятельности ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности	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
ПК-5	Способен пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических знаний. результаты исследований и	ПК-5.1 Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять анализ в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. ПК-5.2. Анализирует научные данные, результаты	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

	разработок	экспериментов и наблюдений в соответствующей области знаний.	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 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Л	ЛР	СР	К
1.	Введение. Полимеры и классификация.	6	2	2	1	1
2.	Особенности строения полимеров. Регулярные и нерегулярные полимеры.	6	2	2	1	1
3.	Понятие конформации.	6	2	2	1	1
4.	Взаимодействие в полимерах..	6	2	2	1	1
5	Надмолекулярные структуры полимеров и типы.	6	2	2	1	1
6	Фазовые состояния полимеров	6	2	2	1	1
7	Физические состояния полимеров	10	2	4	2	2
8.	Кристаллизация полимеров.	10	2	4	2	2
9.	Физические состояния аморфной фазы.	9	2	4	2	1
10	Релаксационные свойства полимеров	9	2	4	2	1
11	Стеклообразное состояние и стеклование полимеров	9	2	4	2	1
12.	Высокоэластичное состояние полимеров.	9	2	4	2	1
13	Вязкотекучее состояние полимеров.	10	2	4	2	2
14	Растворы полимеров	10	2	4	2	2
15	Блок-сополимеры, их особенности..	8	2	2	2	2
16	Композиционные полимерные материалы.	8	2	2	2	2
17.	Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии..	12	2	6	2	2
18.	Термический анализ полимеров.	9	2	4	2	1
	Итого аудиторных часов:	144	36	54	27	23

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 спектроскопия. 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 спектроскопии.

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 макромолекул. 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 макромолекул.

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.

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. Регулярные и нерегулярные полимеры.	классическое традиционное; 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 программное обучение
8	Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное 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 программное обучение
10	Структурное стеклование и свободный объем. Концепция свободного объема. Структурная релаксация в области стеклования, ниже температурной области стеклования.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное обучение
11	Физические и физико-химические методы исследования полимеров. Исследование полимеров методом ИК-спектроскопии.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программное 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	Модели молекул Ньюмана. Вращение вокруг С-С связей. Заторможенное вращение. Модель свободно-сочлененной цепи макромолекулы. Понятие о сегменте Куна. Характеристики гибкости макромолекул. Конформации макромолекул.	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	2,5,11	4

3	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.	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	6,9	5
4	Релаксационные явления. Кривая гистерезиса при определении зависимости деформации от напряжения. Температурночастотный метод изучения полимеров Александрова - Лазуркина. Механические потери. Тангенс угла механических потерь.	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	10, 11	5
5	Теоретическая прочность полимеров. Ударная прочность. Кратковременная и длительная прочность.			4
6	Особенности растворов полимеров. Термодинамика растворения полимеров. Набухание полимеров.			5
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	Контрольная работа
2	Подготовка к лабораторным занятиям	9	допуск и защита лабораторных работ.
3	Подготовка к экзамену	9	Экзамен

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. Бартнев, Ю.В. Зеленев. Курс физики полимеров. Л., 1976.
10. Г.М. Бартнев, Ю.В. Зеленев. 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. Лушейкин. 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. Бартнев, А.Г. Бартнев. 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

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 303) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 36шт.; скамья-72 шт
Лаборатория «Физика полимеров» (№201) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 10 шт.; скамья-20 шт. ДТА – анализ, ЛКТ -8. Определение теплоемкостей и объемной проводимости полимеров. Установка для определения электрической прочности диэлектриков. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса альфа диэлектрических потерь. Определение показателя преломления и его инкременты растворов полимеров. Маятник – копер для исследования прочности полимеров. ДИП-определение релаксационных потерь в полимерах.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Б.1.В.03 Введение в физику полимеров

Общие положения

Фонд оценочных средств (далее ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Введение в физику полимеров» программы подготовки специалистов по бакалавру для специальности 03.03.02 - Физика. В результате освоения учебной дисциплины «Введение в физику полимеров» обучающийся должен обладать умениями, знаниями, а также использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Уровень и качество знаний обучающихся оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена (8 семестр). Текущий контроль включает в себя защиту выполненного практического задания и защиту лабораторной работы. Защита задач для самостоятельного решения проводится для проверки способности использовать законы физики при анализе условия и решения задач по электронике, а также умения применять математические методы для описания физических явлений. Защита лабораторной работы проводится для выявления сформированности навыков эксплуатации приборов и оборудования и проведения физического эксперимента, а также умения проводить статистическую обработку результатов эксперимента.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за защиту лабораторных (практических) работ, выполнение самостоятельных заданий. Комплект вопросов для письменной работы (ответы на контрольные вопросы) или для собеседования на коллоквиумах (по основным разделам дисциплины), а также для написания рефератов:

1. Введение. Полимеры и их классификация. (Общие сведения о полимерах. Понятие полимер и их Классификация с точки зрения пространственного положения атомов в макромолекуле. О линейных, разветвленных и сетчатых полимеров. Классификация с точки зрения химического состава макромолекул.)
2. Внутреннее вращение. Потенциальный барьер. Специфика строения и полимерного состояния вещества. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах. Цис и транс изомерия в полимерах. Гибкость цепи полимера.
3. Физические состояния полимеров, их классификация. Особенности поведения полимеров в разных физических состояниях. Агрегатные состояния веществ и физические состояние полимеров: вязко текучее, высокоэластичное и стеклообразное.
4. Физическое состояние полимеров. Водородные связи в полимерах. Об особенностях строения полимеров и типы связей физических и химических связей. Энергия связей.
5. Классификация релаксационных процессов в полимерах. Внутреннее вращение молекул в полимерах. О релаксационных свойствах протекающих в полимерах. Времени релаксации. Повышение температуры. О механических свойств полимеров которые определяются химическим строением макромолекул, молекулярной массой, молекулярно -массовым распределением, от которых в свою очередь зависят такие важнейшие характеристики полимеров
6. Исследование полимеров методом ОПК - 3 Опрос Реферат 31 4 МС- спектрометрии. Структурообразование в полимерах. О современных методах исследования структуры полимеров. О разделении ионов. О определении молекулярной массы полимеров.
7. Термодинамический потенциал Гиббса и природа высокой эластичности полимеров. О термодинамических функциях. О внутренней и свободной энергии. О обратимых и необратимых процессах. О термодинамическом потенциале Гиббса.

8. Структура и физические свойства макромолекул. О молекулярной и надмолекулярной структуре полимеров. О аморфных и кристаллических строение полимеров. Надмолекулярные структуры в аморфном состоянии. Надмолекулярные структуры в кристаллическом состоянии
9. Композиционные полимерные материалы. О композитах, о пластификаторах и наполнителях. О компонентах создаваемых композиционных полимеров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Введение в физику полимеров» организуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины - 1 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачёта и экзамена.

Лекция - основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета.

Основными задачами лекций являются: - ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами; - изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины; Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных 5 вопросов и проблем физической электроники.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала. Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций.

В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает:

- создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению;
- мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез;
- проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения;
- формулировку выводов;
- подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала;
- вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции.

В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам.

Практические занятия по дисциплине «Введение в физику полимеров» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам.

Цель практических занятий - закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю.

Лабораторные работы призваны развить навыки экспериментальной физической электронной деятельности обучающихся, а также закрепить физические знания опытным путём. В процессе лабораторных работ студенты проводят самостоятельное ознакомление с теорией, лежащей в основе изучаемого явления используя методические пособия. На занятиях лабораторные работы проводятся в присутствии преподавателя, контролирующего процесс их проведения и консультирующего студентов.

По результатам проведения работ студентами оформляется отчёт и проводится его защита. В процессе защиты отчёта по лабораторной работе преподаватель проверяет знание основных законов, на которых базируется изучаемое явление, а также правильность и самостоятельность написания отчёта, а также проводится дискуссия.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации. В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,
- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;
- завершающий этап самостоятельной работы - подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Опрос — это выяснение мнения сообщества по тем или иным вопросам. По итогам опроса могут быть изменены или отменены существующие либо приняты новые правила и руководства (за исключением противоречащих общим принципам проекта). Опрос студентов проводится с целью: – систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; – развития исследовательских умений.

Требование к опросу:

- точность ответа на поставленный вопрос;
- формулировка целей и задач работы;
- раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);
- четкость структуры работы;
- самостоятельность, логичность изложения;
- наличие выводов, сделанных самостоятельно.

Критерии оценки по опросу:

Отметка «5». Выступление выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Работа соответствует требованию.

Отметка «4». Выступление отвечает предъявленным требованиям. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата.

Отметка «3». Учащиеся показывают знания не в полной мере и испытывают затруднение при решении задач.

Отметка «2». выставляется в том случае, когда учащиеся не подготовлены к выполнению этой работы. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Особенности строения полимеров. Определение прочности полимеров.
2. Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.
3. Стеклообразное и кристаллическое состояния полимеров. Температурно-временная зависимость прочности полимеров
4. Механическое стеклование. Высокоэластическое состояние полимеров.
5. Методы исследования физических свойств полимерных материалов.
6. Уравнение долговечности.
7. Уравнение деформации полимерной сетки.
8. Классическая статистическая теория деформации полимерных сеток.
9. Радиационные эффекты в полимерах. Влияние γ -излучения на свойства полимеров.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

1. Что такое полимер?

2. Что такое пластичность?
3. Что такое прочность?
4. Какое строение имеют полимеры?
5. Как происходит строение полимерных цепей?
6. Как происходит строение стеклообразное состояния полимеров?
7. Как происходит строение кристаллическое состояния полимеров?
8. Что такое механическое стеклование?
9. Что означает температурно-временная зависимость прочности полимеров?
10. От чего зависит высокоэластическое состояние полимеров?
11. Что такое долговечность полимера?
12. Как имеет вид уравнение деформации полимерной сетки?
13. Как влияет γ -излучения на свойства полимеров?
14. К чему приводят радиационные эффекты в полимерах?
15. Когда происходит деформации полимерных сеток?
16. К чему приводит большая механическая нагрузка в полимерах?
17. Можно ли происходит упругая деформация в полимерах?
18. Когда появляются дефекты в полимерах?

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Химическая структура полимеров. Взаимосвязь структуры и свойства.
2. Кристаллические полимеры и их структура.
3. Ориентированные и неориентированные полимеры.
4. Взаимосвязь между кристаллической и аморфной структурами полимеров. Температурно-временная зависимость прочности полимеров.
5. Исследование полимеров методом ИК- спектроскопии.
6. Термофлуктуационная теория долговечности полимеров.
7. Вклад внутренней энергии в высокую эластичность.
8. Уравнение деформации полимерной сетки.
9. Влияние УФ-излучения на свойства полимеров.

ТЕСТЫ.

1. Вязкость растворов полимеров определяют с помощью
 - а) вискозиметра Муни
 - б) капиллярного вискозиметра
 - в) вискозиметра типа Брукфильда
2. Среднюю молекулярную массу отрезка цепи полимера между двумя сшивками определяют
 - а) методом равновесного набухания
 - б) по изменению плотности вулканизата
 - в) по изменению пластичности
3. Прочность каучука определяют
 - а) с помощью реометра
 - б) с помощью разрывной машины
 - в) с помощью дериватографа

4. Вязкость каучуков определяют
- а) с помощью реометра
 - б) с помощью вискозиметра Муни
 - в) с помощью дериватографа
5. Температуру разложения полимера можно определить
- а) с помощью реометра
 - б) с помощью вискозиметра М
6. Для определения температуры стеклования полимеров применяют
- а) дилатометр
 - б) тензиометр
7. Молекулярную массу полимеров можно определить
- а) методами осмометрии, светорассеяния, вискозиметрии
 - б) по термомеханической кривой
8. Фазовые превращения в полимерах сопровождаются
- а) скачкообразным изменением термодинамических и структурных характеристик полимеров
 - б) изменением энергии межмолекулярных взаимодействий и теплового движения в)
 - изменением термодинамических и структурных характеристик полимеров, энергии межмолекулярных взаимодействий и теплового движения
9. Способность стеклообразных полимеров к большим деформациям называют
- а) высокоэластичностью, а деформации - высокоэластическими
 - б) вынужденной эластичностью, а деформации - вынужденно-эластическими
10. Полимеры, которые размягчаются при нагревании и их можно многократно нагревать и охлаждать, называются
- а) термопластами
 - б) реактопласты
 - в) эластомеры
11. Полисиланы относятся к:
- а) органическим полимерам
 - б) неорганическим полимерам
 - в) элементоорганическим полимерам
 - г) нет ни одного правильного ответа
12. Что из перечисленного не является природным полимером?
- а) янтарь
 - б) шелк
 - в) крахмал
 - г) полиэтилен
13. Большая часть всех известных полимеров является:
- а) органическими
 - б) неорганическими
 - в) элементоорганическими
 - г) нет ни одного правильного ответа
14. Сколько мономерных звеньев должно быть в полимере?
- а) одно
 - б) два

- в) три
- г) большое количество

15. Какого типа полимеров не существует?

- а) природный
- б) синтетический
- в) искусственный
- г) натуральный

16. Какие вещества могут относиться к полимерам?

- а) только органические
- б) только неорганические
- в) органические и неорганические
- г) нет ни одного правильного ответа

17. Как называется вещество, в котором находится недостаточное количество мономерных звеньев?

- а) полимер
- б) мономер
- в) олигомер
- г) гомомер

18. При каких условиях получают полиэтилен?

- а) низкая температура и низкое давление
- б) высокая температура и высокое давление
- в) низкая температура и высокое давление
- г) высокая температура и низкое давление

19. К какому виду полимеров относится каучук?

- а) природный
- б) синтетический
- в) искусственный
- г) натуральный

20. Каков молекулярный вес полимера?

- а) 10000-1000000
- б) 100-1000
- в) 1-100
- г) 1000-10000

21. Какое из приведённых ниже веществ является полимером:

- а) C_2H_5OH
- б) $H_2SO_4 \cdot nH_2O$
- в) $(-CH_2 - CH -)_n$
- г) C_5H_8
|
 CH_3

22. Какие физико-механические свойства каучука повышает его вулканизация:

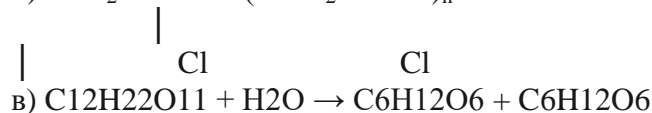
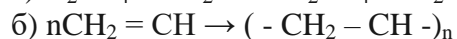
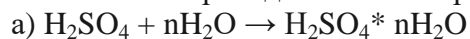
- 1) растворимость в органических растворителях
- 2) эластичность
- 3) термостойкость
- 4) электропроводность
- а) 1 и 2;

- б) 2 и 3;
- в) 3 и 4;
- г) 1 и 4

23. Как называется многократно повторяющаяся группа атомов в макромолекуле полимера:

- а) степень полимеризации;
- б) мономер; в) свободный радикал;
- г) структурное звено

24. Какая из приведённых ниже реакций является реакцией полимеризации:



25. Сырьём для получения синтетического бутадиенового каучука по способу Лебедева служит:

- а) этиловый спирт;
- б) этан;
- в) н-бутан;
- г) изопрен

26. Даны пластмассы: полистирол, тефлон, текстолит, поливинилхлорид. Какие из них относятся к термопластичным:

- а) полистирол и текстолит;
- б) поливинилхлорид и текстолит;
- в) тефлон, текстолит, поливинилхлорид;
- г) полистирол, тефлон, поливинилхлорид

27. Фенолформальдегидную смолу в промышленности получают в результате реакции:

- а) поликонденсации;
- б) гидрогенизации;
- в) изомеризации;
- г) полимеризации

28. Какую геометрическую форму макромолекул преимущественно имеет крахмал:

- а) линейную;
- б) разветвлённую;
- в) пространственную;
- г) объёмную

29. Волокно нейлон является:

- а) природным;
- б) синтетическим;
- в) искусственным;
- г) ацетатным

30. Каучуки стереорегулярного строения, в отличие от каучуков нестереорегулярного строения, обладают:

- а) более высокой эластичностью
- б) более высокой термостойкостью

- в) более высокой устойчивостью к органическим растворителям
- г) более низкой эластичностью

31. Природный каучук иначе называют:

- а) бутадиеновым;
- б) изопреновым;
- в) дивиниловым;
- г) хлоропреновым

32. Полимеры образуются в результате реакций:

- а) полимеризации и поликонденсации;
- б) изомеризации и гидрогенизации;
- в) изомеризации и гидратации;
- г) гидратации и гидролиза

33. Волокно капрон является:

- а) ацетатным;
- б) полиэфирным;
- в) полиамидным;
- г) натуральным

34. Природные высокомолекулярные соединения полипептиды образуются из аминокислот в результате реакции:

- а) поликонденсации;
- б) гидратации;
- в) гидролиза;
- г) полимеризации

35. Свойство материала изменять форму без разрушения под действием сравнительно небольшой внешней силы и возвращать первоначальную форму после прекращения действия внешних сил называется:

- а) термореактивностью;
- б) эластичностью;
- в) пластичностью;
- г) термопластичностью

36. Какое исходное сырьё лежит в основе получения искусственного волокна:

- а) этиловый спирт;
- б) каменноугольная смола;
- в) изопрен;
- г) целлюлоза

37. Полимер (смола), являющийся основой пластмассы карболит,

- а) пластичный;
- б) эластичный;
- в) термопластичный;
- г) термореактивный

38. К природным полимерам не относится:

- а) крахмал;
- б) белок;
- в) целлюлоза;
- г) бутадиеновый каучук

39. Какой геометрической формой макромолекул обладают термопластичные полимеры:

- а) разветвлённой; б) пространственной; в) линейной; г) объёмной

1. Синтетические каучуки получают в результате реакции:

- а) полимеризации;
б) поликонденсации;
в) изомеризации;
г) гидрогенизации

40. Какие вещества применяются для получения фенолформальдегидной смолы:

- 1) C_6H_5ON ; 2) $H - C \equiv O$; 3) C_2H_5ON ; 4) $(C_5H_8)_n$; 5) $CH_3 - COOH$; 6) C_6H_6 ;



- а) 1 и 3;
б) 1 и 2;
в) 4 и 5;
г) 5, 1 и 6

41. Чем отличается реакция полимеризации от реакции поликонденсации:

- а) в реакции полимеризации образуется наряду с высокомолекулярным соединением и низкомолекулярное;
б) в реакции поликонденсации образуется только высокомолекулярное соединение;
в) в реакции полимеризации образуется только низкомолекулярное соединение;
г) в реакции поликонденсации, наряду с высокомолекулярным, образуется и низкомолекулярное соединение

42. Какую геометрическую форму макромолекул имеет целлюлоза:

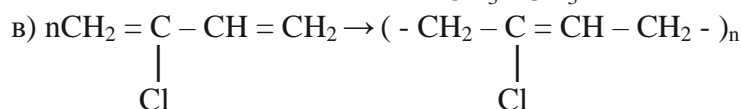
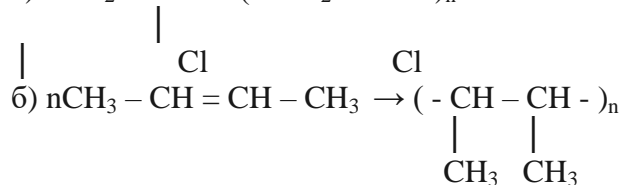
- а) линейную;
б) разветвлённую;
в) пространственную;
г) объёмную

43. Количественный состав натурального каучука отвечает формуле:

- а) $(C_3H_6)_n$;
б) $(C_5H_8)_n$;
в) $(C_6H_{10}O_5)_n$;
г) $(C_2H_4)_n$

44. Какое из уравнений реакций отражает получение полипропилена:

- а) $nCH_2 = CH \rightarrow (-CH_2 - CH -)_n$



- г) $nCH_2 = CH - CH_3 \rightarrow (-CH_2 - CH -)_n$



45. Превращение каучука в резину при нагревании его с серой называется

- а) полимеризацией;
- б) поликонденсацией;
- в) гидратацией;
- г) вулканизацией

46. Волокно лавсан является:

- а) ацетатным;
- б) натуральным;
- в) полиамидным;
- г) полиэфирным

47. Свойство материала многократно изменять форму в нагретом состоянии и сохранять её после охлаждения называется:

- а) термопластичностью;
- б) термореактивностью;
- в) эластичностью;
- г) пластичностью

48. Каучуки стереорегулярного строения, в отличие от каучуков нестереорегулярного строения, обладают:

- а) более высокой эластичностью и износостойкостью;
- б) более высокой термостойкостью и электропроводностью;
- в) более высокой пластичностью;
- г) более высокой химической активностью

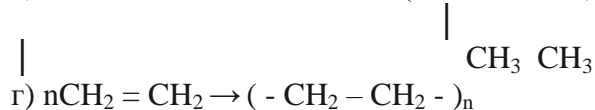
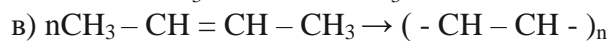
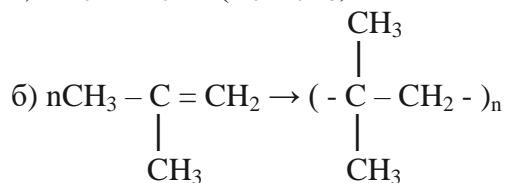
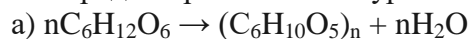
49. Какую геометрическую форму макромолекул приобретают термореактивные полимеры после однократного нагревания и охлаждения:

- а) линейную;
- б) объёмную;
- в) пространственную;
- г) разветвлённую

50. Чем отличаются по свойствам сырой каучук и резина:

- а) каучук более термостоек;
- б) резина лучше растворяется в бензине;
- в) резина более эластична и лучше растворяется в бензине;
- г) резина более термостойка и не растворяется в бензине

51. Среди перечисленных уравнений выберите уравнение реакции поликонденсации:



52. Чем отличается искусственное волокно от синтетического:

- а) для создания искусственного волокна используется природный полимер, а для создания синтетического волокна – синтетический;
- б) для создания обоих видов волокон используют природные полимеры, различие только в химизме;
- в) для создания обоих видов волокон используют синтетические полимеры, различие только в химизме;
- г) для создания синтетического волокна используется природный полимер, а для создания искусственного волокна – синтетический;

53. К какому типу химических реакций относится реакция вулканизации каучука:

- а) разложения;
- б) замещения;
- в) обмена; г) соединения

54. Среди перечисленных пластмасс выберите те, которые являются фенопластами:

- а) гетинакс, стеклопласт, карболит;
- б) полиэтилен, полипропилен, тефлон;
- в) полиметилметакрилат, полистирол;
- г) поливинилхлорид, полипропилен, тефлон

55. Волокно нитрон является:

- а) искусственным;
- б) натуральным;
- в) синтетическим;
- г) ацетатным

56. Способом получения термореактивных полимеров является реакция:

- а) полимеризации;
- б) галогенирования;
- в) изомеризации;
- г) поликонденсации

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

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

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. № 981.

Программу составил: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» Торшхоева З. С.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

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