

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Назумова Наталья Александровна
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 10:02:51

Уникальный программный ключ:

6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«19» марта 2025 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Введение в физику макромолекул и полимеров

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол «19» марта 2025 г. № 7

Председатель УМКом _____

/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой фундаменталь-
ной физики и нанотехнологии

Протокол от «11» марта 2025 г. № 11

Зав. кафедрой _____

/Холина С.А./

Москва
2025

Автор-составитель:

Беляев Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор

Рабочая программа дисциплины «Введение в физику макромолекул и полимеров» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	7
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	9
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	15
7. Методические указания по освоению дисциплины	16
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Введение в физику макромолекул и полимеров»: ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Введение в физику макромолекул и полимеров» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественно-научного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития статистической физики полимеров, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки; сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы; дать представление о революциях в физике и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания; сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов физики; сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Избранные вопросы теоретической физики» у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

Основу для изучения дисциплины составляет программа по общему курсу физики, разделам теоретической физики: «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Квантовая теория», «Физика конденсированного состояния», «Статистическая физика», «Термодинамика».

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами в процессе последующей профессиональной деятельности.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана как «Физическая кинетика», «Методы математической физики», «Биофизика» на качественно более высоком уровне.

Изучение дисциплины «Введение в физику макромолекул и полимеров» является базой для дальнейшего обучения в бакалавриате, при прохождении практики и в профессиональной деятельности.

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объём дисциплины в зачётных единицах	5
Объём дисциплины в часах	180
Контактная работа:	96,2

Лекции	32
Практические занятия	64
из них, в форме практической подготовки	64
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	76
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации является зачёт в 7 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Основные понятия и термины. Конформационная статистика полимерных цепей Среднее расстояние между концами свободно-сочленённой цепи. Функция распределения. Величина статистического сегмента цепных молекул. Форма и плотность макромолекулярного клубка. Функция распределения сегментов внутри макромолекулы по направлениям при конечных значениях h . Персистентная цепь	4	8	8
Тема 2. Оптические свойства макромолекул Собственная оптическая анизотропия макромолекул. Анизотропия формы. Анизотропия микроформы. Оптическая активность макромолекул	4	8	8
Тема 3. Ближний ориентационный порядок в макромолекулярных системах Ближний ориентационный порядок. Оптическая анизотропия, обусловленная ближним ориентационным порядком полимер – растворитель. Влияние свойств полимера и растворителя на оптическую анизотропию макромолекул. Влияние ближнего ориентационного порядка на оптические, электрические, термодинамические и релаксационные свойства полимерных систем	4	8	8
Тема 4. Статистическая физика растворов полимеров Энтропия смешения. Теплота и свободная энергия смешения. Химический потенциал и осмотическое давление раствора. Разбавленные растворы полимеров. Вычисление исключенного объема. Вириальные коэффициенты. Коэффициент набухания макромолекулы. Фазовые переходы в растворах полимеров. Влияние ближнего ориентационного порядка на термодинамические свойства растворов полимеров	4	8	8

Тема 5. Строение и свойства биополимеров Строение биополимеров. Первичная структура биополимеров. Вторичная структура биополимеров. Третичная и четвертичная структуры биополимеров. Надмолекулярные структуры в биополимерах. Переходы спираль – клубок. Фазовые переходы в биополимерах	4	8	8
Тема 6. Динамические свойства полимерных систем Вязкость полимеров. Основные закономерности течения полимерных систем. Особенности вязкого течения полимеров при сдвиге и растяжении. Модель Рауза. Модель Зимма. Вязкоупругие свойства полимерных систем	4	8	8
Тема 7. Статистическая теория высокоэластичности Основные термодинамические уравнения высокоэластического состояния. Свободная энергия и уравнение состояния высокоэластичных полимеров. Термодинамический потенциал и природа высокой эластичности гибкоцепного сетчатого полимера	2	8	8
Тема 8. Электрические свойства полимеров Электрические свойства полимеров. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери и проницаемость полимеров. Связь строения полимеров с их диэлектрическими характеристиками. Электропроводность полимеров. Влияние дипольно-ориентационного порядка на электрические свойства полимеров	2	8	8
Итого	32	64	64

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	Количество часов
Тема 1. Основные понятия и термины. Конформационная статистика полимерных цепей	Среднее расстояние между концами свободно-сочленённой цепи. Функция распределения. Величина статистического сегмента цепных молекул. Форма и плотность макромолекулярного клубка. Функция распределения сегментов внутри макромолекулы по направлениям при конечных значениях h . Персистентная цепь	8
Тема 2. Оптические свойства макромолекул	Собственная оптическая анизотропия макромолекул. Анизотропия формы. Анизотропия микроформы. Оптическая активность макромолекул	8
Тема 3. Ближний ориентационный порядок в макромолекулярных системах	Ближний ориентационный порядок. Оптическая анизотропия, обусловленная ближним ориентационным порядком полимер – растворитель. Влияние свойств полимера и растворителя на оптическую анизотропию макромолекул. Влияние ближнего ориентационного порядка на оптические, электрические, термодинамические и релаксационные свойства полимерных систем	8

Тема 4. Статистическая физика растворов полимеров	Энтропия смешения. Теплота и свободная энергия смешения. Химический потенциал и осмотическое давление раствора. Разбавленные растворы полимеров. Вычисление исключенного объема. Вириальные коэффициенты. Коэффициент набухания макромолекулы. Фазовые переходы в растворах полимеров. Влияние ближнего ориентационного порядка на термодинамические свойства растворов полимеров	8
Тема 5. Строение и свойства биополимеров	Строение биополимеров. Первичная структура биополимеров. Вторичная структура биополимеров. Третичная и четвертичная структуры биополимеров. Надмолекулярные структуры в биополимерах. Переходы спираль – клубок. Фазовые переходы в биополимерах	8
Тема 6. Динамические свойства полимерных систем	Вязкость полимеров. Основные закономерности течения полимерных систем. Особенности вязкого течения полимеров при сдвиге и растяжении. Модель Рауза. Модель Зимма. Вязкоупругие свойства полимерных систем	8
Тема 7. Статистическая теория высокоэластичности	Основные термодинамические уравнения высокоэластического состояния. Свободная энергия и уравнение состояния высокоэластичных полимеров. Термодинамический потенциал и природа высокой эластичности гибкоцепного сетчатого полимера	8
Тема 8. Электрические свойства полимеров	Электрические свойства полимеров. Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери и проницаемость полимеров. Связь строения полимеров с их диэлектрическими характеристиками. Электропроводность полимеров. Влияние дипольно-ориентационного порядка на электрические свойства полимеров	8

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

	Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1.	Конформационная статистика макромолекул.	Реальные цепи. Цепь с заторможенным внутренним вращением. Поворотной-изомерная модель.	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. Статистическая физика макромолекул. М. «Наука». 1989.	Конспект, решённые задачи
2.	Оптические свойства макромолекул.	Анизотропия макроформы. Анизотропия микроформы	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Г. Фрелих. Теория диэлектриков. М. «Изд. Иностранной литературы». 1960. А.К. Дадива-	Конспект, решённые задачи

					нян, Д.Н. Чаусов. Ближний ориентационный порядок в растворах полимеров. 2012.	
3.	Ближний ориентационный порядок в макромолекулярных системах	Влияние ближнего ориентационного порядка на оптические, электрические, термодинамические и релаксационные свойства полимерных систем	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	А.К. Дадиванян, Д.Н. Чаусов. Ближний ориентационный порядок в растворах полимеров. 2012.	Конспект, решённые задачи
4.	Статистическая физика растворов полимеров	Решёточная модель. Набухание макромолекулярных клубков.	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	В.Н. Цветков, В.Е. Эскин, С.Я. Френкель. Структура макромолекул в растворах. М. «Наука». 1964.	Конспект, решённые задачи
5.	Строение и свойства биополимеров	Третичная и четвертичная структуры биополимеров. Надмолекулярные структуры в биополимерах. Переходы спираль – клубок. Фазовые переходы в биополимерах	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. «Полимеры и биополимеры с точки зрения физики», Долгопрудный. Издат. дом «Интеллект» 2010.	Конспект, решённые задачи
6.	Динамические свойства полимерных систем	Модели Рауза, Зимма, Каргина и Слонимского	10	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	В.А. Каргин, Г.Л. Слонимский. Краткие очерки по физико-химии полимеров. М. «Химия» 1967.	Конспект, решённые задачи
7.	Статистическая теория	Природа высокой эла-	8	Работа с литературой,	Г.М. Барте-нев, С.Я.	Конспект, решённые

	высокоэла- стичности	стичности гибкоцепного сетчатого по- лимера		сетью Ин- тернет, кон- сультации, решение за- дач	Френкель. Физика поли- меров. Л. «Химия». 1990.	задачи
8.	Электриче- ские свой- ства поли- меров	Связь строе- ния полиме- ров с их ди- электриче- скими харак- теристиками. Влияние ди- польно- ориентацион- ного порядка на электриче- ские свойства полимеров	8	Работа с ли- тературой, сетью Ин- тернет, кон- сультации, решение за- дач	Г.М. Барте- нев, С.Я. Френкель. Физика поли- меров. Л. «Химия». 1990.	Конспект, решённые задачи
	Итого		76			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУ- ТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения об- разовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оце- нивае- мые компе- тенции	Уровень сформи- рован- ности	Этапы фор- мирования	Описание показателей	Критерии оценива- ния	Шкала оцени- вания
ДПК-1	Порого- вый	1. Работа на учебных за- нятиях 2. Самостоя- тельная ра- бота	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь производить целенаправ- ленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной ква- лификационной работы	Тестиро- вание, домашнее задание	Шкала оцени- вания тести- рова- ния, шкала оцени- вания домаш- маш- него зада-

					ния
	Продви- нутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы; владеть теоретическими знаниями физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследования; практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований	Тестирование, домашнее задание практическая подготовка	Шкала оценивания тестирования, шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания практической подготовки

Шкала и критерии оценивания домашнего задания

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания тестирования

Критерии оценивания	Баллы
Студент правильно ответил на 0 – 30% всех тестовых заданий	0 – 2
Студент правильно ответил на 31 – 50% всех тестовых заданий	3 – 6
Студент правильно ответил на 51 – 75% всех тестовых заданий	7 – 11
Студент правильно ответил на 76 – 100% всех тестовых заданий	17 – 20

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / отработан алгоритм решения задач по каждой теме	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.	0

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Рассчитать длину статистического сегмента полиэтилена, если квадрат среднеквадратичного расстояния между концами цепи равен 500000 ангстрем (А) в квадрате, молекулярная масса 560000 и длина звена 2.5 А.
2. Вычислить параметр полидисперсности (MW/MN) смеси равных по массе количеств двух фракций полимера с молекулярными массами 100 и 10000.
3. Какова молекулярная масса поливинилкарбоната со степенью полимеризации 1000? Концевыми группами при расчёте пренебречь.
4. Чему равен коэффициент набухания макромолекул полимера в ТЭТА-растворителе?
5. Осмотическое давление раствора некоторого полимера в хорошем растворителе при 27 °С и концентрации 0.5 г/дл равно 0.03 атм. Какова молекулярная масса этого полимера? Газовая постоянная $R = 0.082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.
6. Полимер состоит из равных по весу фракций с молекулярными массами 50000 и 200000. Каковы средние молекулярные массы этого полимера, если они определялись светорассеянием (M1) и методом осмометрии (M2)?
7. Определить величины времени релаксации напряжения растянутой резины при постоянной величине удлинения, если через 10 минут после растяжения полимера десятичный логарифм величины напряжения в образце равен 1.8, через 20 минут – 1.5, через 40 минут – 0.9?
8. Работа, совершаемая при растяжении эластомера, составляет 2 Дж/г, количество выделившейся теплоты равно 1.8 Дж/г. Определить изменение внутренней энергии и энтропийного фактора в процессе деформирования образца.
9. Модуль упругости эластомера при 20 °С равен E_1 . Чему равен модуль упругости при 60 °С.

Примеры вариантов тестов

Вариант 1

1. Процесс разрушения полимерных материалов в результате воздействия физико-химических факторов и окружающей среды называется...
 - a) дезактивацией;
 - b) деструкцией;
 - c) дегазацией;
 - d) десорбцией.
2. Существование в кристаллическом состоянии – это характерное свойство полимерных материалов, обладающих ... структурой
 - a) стереоуглярной;
 - b) атактической (аморфное состояние);
 - c) аморфной;
 - d) нестереоуглярной.
3. Пространственные полимеры нерастворимы, так как макромолекулы...
 - a) соединены большим числом химических связей;
 - b) имеют очень большую молекулярную массу;
 - c) расположены неупорядоченно;
 - d) имеют разветвлённое строение.
4. Молекулярная масса полимера – средняя величина, поскольку...
 - a) макромолекулы имеют различную степень полимеризации;
 - b) макромолекулы соединены большим числом химических связей;
 - c) макромолекулы имеют разветвлённое строение.
5. Полимером называется...

- а) высокомолекулярное вещество, состоящее из многократно повторяющихся групп атомов;
- б) многократно повторяющаяся группа атомов;
- с) любое вещество с большой молекулярной массой;
- д) низкомолекулярное вещество, вступающее в реакцию полимеризации.
6. Методом полимеризации можно получить...
- а) полиэтилентерефталат;
- б) полипропилен;
- с) поливинилацетат;
- д) полиамид.
7. В основе получения резины лежат процессы...
- а) полимеризации;
- б) деполимеризации;
- с) поликонденсации;
- д) вулканизации.
8. Мономером в реакции полимеризации является...
- а) любое низкомолекулярное вещество;
- б) любое высокомолекулярное вещество;
- с) низкомолекулярное вещество с кратной связью;
- д) низкомолекулярное вещество с функциональными группами.
9. Полистирол получают полимеризацией...
- а) $C_6H_5CH=CH_2$;
- б) $CH_2=CH_2$;
- с) $C_6H_5=C_6H_5$.
10. Синтез полимера, из которого производится ацетатное волокно, осуществляют...
- а) взаимодействием целлюлозы с уксусным ангидридом;
- б) взаимодействием целлюлозы с уксусной кислотой;
- с) взаимодействием целлюлозы с азотной кислотой.

Вариант 1

1. Представителем карбоцепных полимеров, основная цепь которых состоит только из атомов «С», является...
- а) целлюлоза;
- б) поликарбонат;
- с) полиэтилентерефталат;
- д) полистирол.
2. Полимер, полученный при взаимодействии терефталевой кислоты и этиленгликоля, называется...
- а) этилентерефталат;
- б) полиэтиленгликоль;
- с) политерефталат;
- д) полиэтилентерефталат.
3. Неорганическая кислота, которая имеет полимерное строение, называется...
- а) угольной;
- б) бензойной;
- с) сероводородной;
- д) кремниевой.
4. Синтетическим полимером является...
- а) целлюлоза;
- б) крахмал;
- с) полистирол;
- д) белок.
5. Кто доказал, что полимеры состоят из цепных макромолекул?

- a) Больцман;
 - b) Шредингер;
 - c) Штаудингер.
6. Каково соотношение размеров макромолекулярного клубка и молекулы воды?
- a) меньше 5;
 - b) больше 100;
 - c) от 5 до 7.
7. Как связаны энергия E и энтропия S ?
- a) $dS = TdE$;
 - b) $dE = TdS$;
 - c) $dE = T + dS$.
8. Кто предложил модель свободно-сочленённой цепи?
- a) Кун и Кун;
 - b) Кун и Грюн;
 - c) Дело и Бельмондо.
9. Когда была разработана теория оптической анизотропии макромолекул?
- a) в 1901 г.;
 - b) в 1942 г.;
 - c) в 1975 г.
10. В каких единицах измеряется оптическая поляризуемость?
- a) Дж;
 - b) нм;
 - c) мЗ.

Вариант 2

1. Найдон – это торговое название синтетического...
- a) полиамидного волокна;
 - b) полиэтилентерефталата;
 - c) полиметилметакрилат.
2. Макромолекулы природного каучука имеют структуру...
- a) сетчатую;
 - b) линейную;
 - c) разветвлённую;
 - d) беспорядочную.
3. Неорганическим полимером является...
- a) оксид кремния;
 - b) полистирол;
 - c) оксид натрия;
 - d) целлюлоза.
4. Мономером для получения синтетического каучука путём реакции полимеризации является...
- a) метилметакрилат;
 - b) винилацетат;
 - c) циклопентадиен;
 - d) бутадиен-1,3.
5. От какой величины зависит энтропия системы?
- a) от импульса системы;
 - b) от момента импульса системы;
 - c) от внутренней энергии системы.
6. Какова зависимость числа статистических сегментов от молекулярной массы?
- a) $\sim M$;
 - b) не зависит от M ;
 - c) $\sim M^{3/4}$.

7. Как зависит среднеквадратичное расстояние между концами свободно-сочленённой цепи от числа статистических сегментов N ?
 - a) $\sim N$;
 - b) $\sim N^2$;
 - c) $\sim N^5$.
8. При равновесии фаз должны быть равны:
 - a) химические потенциалы;
 - b) плотности;
 - c) теплоёмкости.
9. Авторами концепции ближнего ориентационного порядка в растворах полимеров являются:
 - a) Ерухимович и Гроссберг;
 - b) Цветков и Цветков;
 - c) Фрисман и Дадиванян.
10. Какова форма макромолекулярного клубка гибкоцепного полимера в идеальном растворителе?
 - a) яблока;
 - b) боба;
 - c) моркови.

Задание на практическую подготовку

1. Выполнение измерений на лабораторном оборудовании.
2. Выступление с докладом по исследуемой тематике.
3. Участие в экспериментальной работе совместно с сотрудниками лабораторий.

Примерные вопросы к зачёту

1. Среднее расстояние между концами свободно-сочленённой цепи. Функция распределения.
2. Величина статистического сегмента цепных молекул.
3. Форма и плотность макромолекулярного клубка.
4. Функция распределения сегментов внутри макромолекулы по направлениям при конечных значениях h .
5. Вероятность и энтропия деформированного состояния.
6. Персистентная цепь.
7. Собственная оптическая анизотропия макромолекул.
8. Анизотропия формы.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пяти-балльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставля-

ется рейтинговая оценка в баллах (меньше 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учет посещаемости лекционных, практических и лабораторных занятий, практической подготовки осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль: выполнение домашней работы, контроль решения задач.

Требования к зачёту

Для допуска к зачёту нужно выполнить все домашние задания, пройти все опросы, тестирование, и защитить одну курсовую работу по выбору студента. На зачёте студент должен ответить на два теоретических вопроса.

Итоговая оценка «зачёт» или «незачёт» складывается из оценок за посещение занятий, за опросы, за домашние задания, за тестирования, а также за зачёт с оценкой не менее «удовлетворительно». максимальный итоговый балл – 100 баллов.

Шкала оценивания зачёта.

Критерии оценивания	Баллы
Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.	17-20
Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.	13-16
Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов. Выполнено и защищено не менее 75 % лабораторных работ.	8-12
Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0–7

Итоговая шкала оценивания зачета

Оценка	Балл
Зачтено	41-100
Не зачтено	0-40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Высокомолекулярные соединения : учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.] . — Москва : Юрайт, 2023. — 340 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/511147>
2. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. : учебник для вузов . — Москва : Юрайт, 2023. — 365 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/512457>
<https://www.urait.ru/bcode/512458>
3. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения: учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. - 2-е изд. - СПб.: Лань, 2019. - 512с. – Текст: непосредственный

6.2. Дополнительная литература

1. Вшивков, С.А. Физика и химия полимеров: поведение диамагнитных макромолекул в магнитном поле: учеб.пособие / С. А. Вшивков, Е. В. Русинова. - СПб.: Лань, 2018. - 88с. – Текст: непосредственный.
2. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров : учеб.пособие для вузов / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнева. - 3-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 368с. – Текст: непосредственный
3. Образовский, Е. Г. Кинетика полимеров : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2022. — 209 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/496976>
4. Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров: учеб.пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. - 3-е изд. доп. - СПб.: Лань, 2018. - 208с. – Текст: непосредственный.
5. Сутягин В.М. Физико-химические методы исследования полимеров / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – СПб: Лань, 2018. – 140 с. – Текст: непосредственный
6. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы : учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.] . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 316 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514888>
7. Шерышев, М. А. Технология переработки полимеров: математическое описание процессов : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 145 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/514887>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Алексей Хохлов «Умные полимеры»
http://tvkultura.ru/video/show/brand_id/20898/episode_id/155873
2. А.Е. Чалых «Физическая химия полимеров» <http://www.youtube.com/watch?v=zAZ9V9XVlko>
3. Полимеры в контексте «нано» <http://polit.ru/article/2013/11/17/hohlov/>
4. Растворы полимеров <http://www.youtube.com/watch?v=Go5A9FNIK5c>
5. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
6. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.