

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

___ "___ 20__ г.

Программа дисциплины

Физика полимеров Б1.Б.3.5

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика сложных систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2016

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Фаткуллин Н.Ф.
Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Nail.Fatkullin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла как дисциплина по выбору. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: основы математического анализа, теории функций комплексной переменной, теории дифференциальных уравнений, методов математической физики, молекулярной физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК- 1 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы физики полимеров

2. должен уметь:

применять полученные знания по дисциплине "физика полимеров" в профессиональной деятельности

3. должен владеть:

навыками решения расчетных задач, связанных с изучением свойств полимерных молекул и их разбавленных растворов.

решать теоретические и практические задачи в области "Физики полимеров"

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна.	1	1	1	1	0	устный опрос
2.	Тема 2. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.	1	2	1	1	0	устный опрос
3.	Тема 3. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент.	1	3	1	1	0	устный опрос
4.	Тема 4. Θ - температура. Θ - область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.	1	4	1	1	0	устный опрос
5.	Тема 5. Приближение среднего поля.	1	5	1	1	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Число самопересечений идеальной цепочки в d -мерном пространстве.	1	6	1	1	0	устный опрос
7.	Тема 7. Уравнение для коэффициента набухания.	1	7	1	1	0	устный опрос
8.	Тема 8. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.	1	8	1	1	0	контрольная работа
9.	Тема 9. ψ -функция. Свободная энергия. Энтропия. λ -оператор.	1	9	1	1	0	устный опрос
10.	Тема 10. Идеальная полимерная цепь в поре.	1	10	1	1	0	устный опрос
11.	Тема 11. Захват полимерной цепи потенциальной ямой	1	11	1	1	0	устный опрос
12.	Тема 12. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.	1	12	1	1	0	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			12	12	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Общие замечания и определения: макромолекулы, полимеры, конформация, сегмент, мономер. Модель свободно-сочлененной цепи. основные приближения. Сегмент-сегментные взаимодействия. Понятие сегмента Куна.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Разбор примера экспериментальных данных с полистеролом

Тема 2. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Функция Грина идеальной цепочки. Радиус Флори. Связь длины сегмента Куна с молекулярной массой. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции и гидродинамический радиус.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Расчет негауссовых поправок к Функции Грина

Тема 3. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие исключенного объема. Его влияние на межсегментальное взаимодействие. Метод функций Майера. Потенциал Ленарда-Джонаса. Второй вириальный коэффициент.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Расчет второго вириального коэффициента для потенциала твердых сфер

Тема 4. Θ -температура. Θ -область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие Θ -температуры и Θ -области для полимерных растворов. Понятие набухания полимерной цепи. Коэффициент набухания. Z-фактор набухания Флори

практическое занятие (1 часа(ов)):

Оценка Θ -области

Тема 5. Приближение среднего поля.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Основные допущения, входящие в приближение Среднего поля. Применение приближения среднего поля для полимерных систем.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Оценка самопересечений идеальной цепочки в 3-х мерном пространстве

Тема 6. Число самопересечений идеальной цепочки в d -мерном пространстве.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие самопересечения идеальной полимерной цепи. Число самопересечений в трехмерном случае и d-мерном пространстве

практическое занятие (1 часа(ов)):

Оценка самопересечений идеальной цепочки в d-х мерном пространстве

Тема 7. Уравнение для коэффициента набухания.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие Θ -растворителя. "Хороший" и "плохой" растворитель. Влияние концентрации раствора, температуры, молекулярной массы полимера на набухание. Уравнение для коэффициента набухания.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Определение невозмущенных размеров цепи полимера, коэффициента набухания макромолекулы полистирола в хорошем растворителе и размера статистического сегмента макромолекулы.

Тема 8. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие статистической суммы. Статистическая сумма для полимерной цепи без объемных взаимодействий во внешнем сжимающем поле. Конфигурационная энтропия. Плотность.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Вывод соотношений для статистической суммы для полимерной цепи без объемных взаимодействий во внешнем сжимающем поле

Тема 9. ψ -функция. Свободная энергия. Энтропия. λ -оператор.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Вывод уравнений Лифшица для цепочки во внешнем поле.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Спектр оператора Лямбда-оператора для идеальной цепочки.

Тема 10. Идеальная полимерная цепь в поре.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Расчет спектра Лямбда-оператора для полимерной цепи в поре. Распределение концентраций полимерных сегментов

практическое занятие (1 часа(ов)):

Оценка свободной энергии для идеальной цепочки в поре

Тема 11. Захват полимерной цепи потенциальной ямой

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Вывод основных уравнений для пси-функции для потенциальной ямы конечной глубины.

практическое занятие (1 часа(ов)):

Оценка поверхностного слоя глобулы, сформированной притягивающим потенциалом конечной глубины.

Тема 12. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Уравнение Лифшица для глобулы сформированной самосогласованным полем

практическое занятие (1 часа(ов)):

Рассмотрение случая большой глобулы, сформированной самосогласованным полем

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна.	1	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.	1	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент.	1	3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Θ - температура. Θ - область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.	1	4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Приближение среднего поля.	1	5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Число самопересечений идеальной цепочки в d- мерном пространстве.	1	6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Уравнение для коэффициента набухания.	1	7	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.	1	8	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
9.	Тема 9. ψ -функция. Свободная энергия. Энтропия. λ -оператор.	1	9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Идеальная полимерная цепь в поре.	1	10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Захват полимерной цепи потенциальной ямой	1	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
12.	Тема 12. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.	1	12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основные образовательные технологии - это лекции и практические занятия, включающие в себя элементы дискуссии, решение задач, презентации и разбор проблемных ситуаций.

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

Тема 1. Идеальная свободно-сочлененная цепочка. Сегмент Куна.

устный опрос , примерные вопросы:

Макромолекулы, полимеры, конформация, сегмент, мономер. Модель свободно-сочлененной цепи. основные приближения. Сегмент-сегментные взаимодействия. Понятие сегмента Куна.

Тема 2. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции. Радиус Флори. Гидродинамический радиус.

устный опрос , примерные вопросы:

Функция Грина идеальной цепочки. Радиус Флори. Связь длины сегмента Куна с молекулярной массой. Функция распределения радиуса Флори. Радиус инерции и гидродинамический радиус.

Тема 3. Проблема объемных взаимодействий. Метод функций Майера. Второй вириальный коэффициент.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие исключенного объема. Его влияние на межсегментальное взаимодействие. Метод функций Майера. Потенциал Ленарда-Джонаса. Второй вириальный коэффициент.

Тема 4. Θ -температура. Θ -область. Z-фактор набухания Флори. Коэффициент набухания.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие Θ -температуры и Θ -области для полимерных растворов. Понятие набухание полимерной цепи. Коэффициент набухания. Z-фактор набухания Флори

Тема 5. Приближение среднего поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Основные допущения, входящие в приближение Среднего поля. Применение приближения среднего поля для полимерных систем.

Тема 6. Число самопересечений идеальной цепочки в d -мерном пространстве.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие самопересечения идеальной полимерной цепи. Число самопересечений в трехмерном случае и d-мерном пространстве

Тема 7. Уравнение для коэффициента набухания.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие Θ -растворителя. "Хороший" и "плохой" растворитель. Влияние концентрации раствора, температуры, молекулярной массы полимера на набухание. Уравнение для коэффициента набухания.

Тема 8. Макромолекула во внешнем сжимающем поле. Статистическая сумма.

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет негауссовых поправок к Функции Грина Расчет второго вириального коэффициента для потенциала твердых сфер Оценка Θ -области Оценка самопересечений идеальной цепочки в 3-х мерном пространстве

Тема 9. ψ -функция. Свободная энергия. Энтропия. λ -оператор.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие статистической суммы. Статистическая сумма для полимерной цепи без объемных взаимодействий во внешнем сжимающем поле. Конфигурационная энтропия. Плотность. Вывод уравнений Лифшица для цепочки во внешнем поле.

Тема 10. Идеальная полимерная цепь в поре.

устный опрос , примерные вопросы:

Расчет спектра λ -оператора для полимерной цепи в поре. Распределение концентраций полимерных сегментов

Тема 11. Захват полимерной цепи потенциальной ямой

устный опрос , примерные вопросы:

Вывод основных уравнений для ψ -функции для потенциальной ямы конечной глубины.

Тема 12. Полимерная глобула, сформированная самосогласованным полем.

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнение Лифшица для глобулы сформированной самосогласованным полем

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Контрольные вопросы:

1. Сегмент Куна.
2. Корреляционная длина раствора.
3. Функция распределения радиуса Флори.
4. Осмотическое давление растворов полимеров.
5. Радиус инерции.
6. Захват полимерной цепи потенциальной ямой.
7. Гидродинамический радиус.

8. Переход клубок-глобула.
9. Коэффициент набухания.
10. Концепция блобов.
11. Коэффициент набухания цепочки.
12. Характерные концентрация полимерного раствора.

Темы и вопросы устных опросов, как промежуточных форм контроля позволяют оценить степень овладения студентом компетенций ОПК-6 и ПК-8, контрольная работа компетенции ОПК-5 и ПК-1, вопросы к зачету позволяют контролировать освоение компетенций ОПК-5 и ПК-1.

7.1. Основная литература:

1. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров. - М: "Лань", 2014. - 224 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036
2. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. - М.: "Лань", 2014. - 368 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931
3. Основы инновационного материаловедения: Монография / О.С. Сироткин. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 158 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=226469>

7.2. Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технология материалов / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - М.: Форум, 2010. - 336 с.: ил <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=178874>
2. Цирельсон, В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела: учебное пособие для вузов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 525 с. <http://e.lanbook.com/view/book/3150/>

7.3. Интернет-ресурсы:

Институт высокомолекулярных соединений - <http://imc.macro.ru:8080/web/guest/24;jsessionid=758a85e193ad7ba1bbc8175a5a6b>
Кафедра физики полимеров МГУ - http://polly.phys.msu.ru/ru/history/history_polymer.html
КАФЕДРА ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИМ. Б.А. ДОГАДКИНА - <http://hfp.mitht.ru/nauchrabot.htm>
Лаборатория полимерных материалов и композитов - <http://nanospheres.ru/>
Санкт Петербургский национальный исследовательский институт - <http://books.ifmo.ru/file/pdf/693.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика полимеров" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Аудитория с мультимедийным оборудованием (проектор, ноутбук и т.д.)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика сложных систем.

Автор(ы):

Фаткуллин Н.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скирда В.Д. _____

"__" _____ 201__ г.