

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.06.2025 13:30:01
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«24» июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность программы бакалавриата

Химия полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет химической и биотехнологии

Кафедра химической технологии полимеров

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2 Способность применять физические и химические понятия и законы химии и физики в процессах, протекающих при получении полимеров	ПК-2.4 Владеет системой фундаментальных химических и физических понятий в полимерной химии	Знать: причины, определяющие взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров Уметь: осуществлять обоснованный выбор полимеров для получения материалов с заданными свойствами Владеть: информацией о надмолекулярной структуре полимера и способах ее регулирования с целью получения полимеров с заданными свойствами

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.15) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Химия высокомолекулярных соединений» и «Физическая химия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Физика полимеров» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Синтез, свойства и применение полимерных материалов», «Экспериментальные методы исследования высокомолекулярных соединений», «Старение и стабилизация полимеров» при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	72
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18(6)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	18
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	72
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Классификация и основные понятия в физике полимеров.	2	2	0	8	ПК-2	ПК-2.4
2.	Особенности упорядоченного состояния полимеров. Физические (релаксационные) состояния полимеров.	30	12	0	32	ПК-2	ПК-2.4
3	Растворы полимеров.	4	4	0	32	ПК-2	ПК-2.4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Классификация и основные понятия в физике полимеров.	2	Л
2	Конформация и природа гибкости макромолекул. Внутреннее вращение в макромолекуле. Потенциальный барьер внутреннего вращения. Кинетическая и термодинамическая гибкость макромолекул. Факторы, определяющие гибкость макромолекул.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Фазовые и физические состояния полимеров. Фазовые переходы. Аморфные, жидкокристаллические и кристаллические полимеры. Методы определения физических состояний полимеров. Термомеханический метод. Дилатометрический метод. Температурная зависимость теплоемкости. Диэлектрический метод. Динамический механический метод. полимеры. Надмолекулярные структуры в полимерах. Межмолекулярное взаимодействие в полимерах.	6	ЛВ, групповая дискуссия после просмотра видеофильма
2	Молекулярный механизм процесса стеклования полимеров. Плотность упаковки макромолекул в стеклообразном состоянии. Температура стеклования полимеров с гибкими и жесткими цепями. Структурное и механическое стеклование. Влияние различных факторов на температуру стеклования.	4	ЛВ
2	Поведение стеклообразных полимеров при деформации. Явление вынужденной эластичности.	2	ЛВ
2	Температура хрупкости полимеров. Значение интервала между температурой стеклования и хрупкости в оценке свойств полимеров.	2	ЛВ
2	Высокоэластическое состояние полимеров. Упругая высокоэластическая деформация. Природа высокоэластичности гибкоцепных полимеров. Релаксационный характер высокоэластической деформации, время релаксации, релаксация деформации (модель Кельвина-Фойхта), релаксация напряжения (модель Максвелла).	4	ЛВ
2	Понятие о вязкотекучем состоянии полимеров. Закономерности течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей. Энергия активации вязкого течения. Механическое стеклование и химическое течение.	4	ЛВ, Д
2	Химическое строение полимеров и способность к кристаллизации. Изменение свойств полимеров при кристаллизации. Основные условия, определяющие возможность кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации полимеров. Влияние различных факторов на процесс кристаллизации.	4	ЛВ, Д

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Растворы полимеров. Представления о моделях растворов полимеров. Теория Флори-Хаггинса, достоинства и недостатки. Параметры растворимости.	6	ЛВ, МК

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1 Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Методики определения ММР. ММ характеристики. Коэффициент полидисперсности. Сравнение ММР полистирола, полученного разными методами полимеризации.	2	1	МШ
2	Взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров.	12	4	Т
3	Расчет параметров растворимости. Подбор растворителей для полимеров заданного состава.	4	1	Т

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Номенклатура полимеров. Основные понятия в физике полимеров.	6	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Особенности строения полимеров. Факторы, определяющие гибкость макромолекул. Фазовое и физическое состояние полимеров. Надмолекулярная структура полимеров.	52	Устный опрос
3	Растворы полимеров. Представления о моделях растворов полимеров. Теория Флори-Хаггинса, достоинства и недостатки. Закон соответственных состояний. Разбавленные растворы полимеров. Механизм течения разбавленных растворов полимеров. Концентрированные растворы полимеров.	14	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает один вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1
1. Температура стеклования полимеров с гибкими и жесткими цепями. Влияние различных факторов на температуру стеклования.
2. Напишите структурную формулу сополимера стирола и бутилакрилата. Укажите каким образом будет влиять соотношение структурных звеньев на эластичность полимера.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачет».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения : учебник для академического бакалавриата : учебник для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / В. В. Киреев. – Москва : Юрайт, 2015. – 602 с. – ISBN 978-5-9916-5019-9.

Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения : Учебник для вузов по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / Ю. Д. Семчиков. – 3-е изд., стер. – Москва : Academia, 2006. – 367 с. – ISBN 5-7695-3028-6.

Кулезнев, В. Н. Смеси и сплавы полимеров (конспект лекций) : учебное пособие / В. Н. Кулезнев. — Санкт-Петербург : НОТ, 2013. — 216 с. — ISBN 978-5-91703-033-3

б) электронные учебные издания:

Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1325-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210971> (дата обращения: 07.06.2024). — Режим доступа: по подписке.

Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров : учебное пособие / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1779-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211685> (дата обращения: 07.06.2024). — Режим доступа: по подписке.

Малахова, Ю. Н. Физико-химия полимеров : учебное пособие / Ю. Н. Малахова, Т. Е. Григорьев, С. Н. Чвалун. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/265595> (дата обращения: 07.06.2024). — Режим доступа: по подписке.

Хакимуллин, Ю. Н. Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров : учебное пособие / Ю. Н. Хакимуллин, Л. Ю. Закирова. — Казань : КНИТУ, 2019. — 132 с. — ISBN 978-5-7882-2685-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196103> (дата обращения: 07.06.2024). — Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>;

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>;

научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>;

база данных научных публикаций <https://www.sciencedirect.com/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Физика полимеров» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Word, Excel, Power Point), ACDLabs/ChemSketch.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Лекционная аудитория с компьютером и мультимедийным проектором.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Физика полимеров»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способность применять физические и химические понятия и законы химии и физики в процессах, протекающих при получении полимеров	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.4 Владеет системой фундаментальных химических и физических понятий в полимерной химии	Знает: причины, определяющие взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров	Правильные ответы на вопросы №1-15, 23, 24, 26, 29, 33, 36, 39, 40, 42, 44, 49.	Дает определения основным понятиям и терминам физики полимеров. Перечисляет основные причины, определяющие взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров с ошибками.	Правильно перечисляет основные причины, определяющие взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров, но с наводящими вопросами.	Правильно перечисляет причины, определяющие взаимосвязь между структурой, свойствами, переработкой и областями применения полимеров. Может применить эти знания для решения поставленных задач.
	Умеет: осуществлять обоснованный выбор полимеров для получения материалов с заданными свойствами	Правильные ответы на вопросы № 21, 22, 25, 27, 28, 30, 31, 34-38, 41, 43, 46, 48, 50, 51.	Имеет представление о теоретических методах направленного выбора полимеров для получения материалов с заданными свойствами.	Перечисляет основные этапы и способы выбора полимеров для получения материалов с заданными свойствами с помощью наводящих вопросов.	Способен самостоятельно обосновать выбор полимеров для получения материалов с заданными свойствами, легко ориентируется в существующих классах полимеров и терминах.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет: информацией о надмолекулярной структуре полимера и способах ее регулирования с целью получения полимеров с заданными свойствами	Правильные ответы на вопросы № 15, 16-20, 25, 27, 28, 32, 36, 38, 45, 47.	Способен определять температурные характеристики полимеров. Проводит оценку влияния различных факторов на эксплуатационные свойства полимеров с ошибками.	Способен определять температурные характеристики полимеров. Проводит оценку влияния различных факторов на эксплуатационные свойства полимеров с ошибками с небольшими подсказками преподавателя.	Способен определять температурные характеристики полимеров. Самостоятельно проводит оценку влияния различных факторов на эксплуатационные свойства полимеров.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

- 1 Принципы классификации полимеров. Карбоцепные полимеры.
- 2 Классификация полимеров. Гетероцепные полимеры.
- 3 Органические, элементоорганические, неорганические полимеры.
- 4 Природные, искусственные, синтетические полимеры.
- 5 Стереорегулярные полимеры.
- 6 Линейные, разветвленные и сетчатые полимеры.
- 7 Гомо- и сополимеры. Блок-сополимеры, привитые и чередующиеся сополимеры.
- 8 Макромолекула. Составное (элементарное) звено. Степень полимеризации.
- 9 Рациональная и систематическая номенклатура полимеров и сополимеров.
- 10 Молекулярная масса и полидисперсность полимеров.
- 11 Природа высокоэластичности гибкоцепных полимеров. Примеры полимеров с гибкими и жесткими цепями.
- 12 Термодинамическая гибкость макромолекул и методы ее оценки.
- 13 Понятие о статическом, кинетическом и механическом сегментах. Факторы, определяющие кинетическую гибкость макромолекул.
- 14 Конформация макромолекул. Потенциальный барьер внутреннего вращения.
- 15 Фазовые и физические состояния полимеров. Три физических состояния полимеров.
- 16 Методы определения физических состояний полимеров. Термомеханический метод.
- 17 Методы определения физических состояний полимеров. Дилатометрический метод.
- 18 Методы определения физических состояний полимеров. Температурная зависимость теплоемкости.
- 19 Методы определения физических состояний полимеров. Диэлектрический метод.
- 20 Методы определения физических состояний полимеров. Динамический механический метод.
- 21 Стеклообразное состояние полимеров. Молекулярный механизм стеклования. Влияние различных факторов на температуру стеклования.
- 22 Плотность упаковки макромолекул в стеклообразном состоянии
- 23 Межмолекулярные взаимодействия в полимерах. Силы Ван- дер – Ваальса (дисперсионное, ориентационное (диполь-дипольное) и индукционное взаимодействия). Водородная связь.
- 24 Флуктуационные (термофлуктуационные) сетки полимеров
- 25 Надмолекулярные структуры в аморфном полимере по Йеху. Наиболее вероятные типы надмолекулярных структур (глобулярная, складчатая и мицелярная).
- 26 Температура стеклования. Структурное и механическое стеклование полимеров. Влияние различных факторов на температуру стеклования полимеров.
- 27 Влияние пластификаторов на температуру стеклования гибко- и жесткоцепных полимеров.
- 28 Вязкотекучее состояние полимеров. Основные закономерности процесса течения полимеров.
- 29 Механизм вязкого течения полимеров. Влияние молекулярной массы на процесс вязкого течения полимеров.

- 30 Вязкотекучее состояние полимеров. Зависимость вязкости расплава полимера от температуры и молекулярной массы.
- 31 Влияние пластификации на температуру стеклования и температуру текучести полимеров.
- 32 Аморфные, кристаллические и жидкокристаллические полимеры. Надмолекулярные структуры в полимерах.
- 33 Влияние строения макромолекул на способность полимеров к кристаллизации. Температура плавления и температура кристаллизации полимеров.
- 34 Влияние различных факторов на процесс кристаллизации полимеров.
- 35 Механизм процесса кристаллизации полимеров.
- 36 Релаксация деформации, релаксация напряжений и упругий гистерезис как яркие примеры проявления релаксационного характера высокоэластичной деформации.
- 37 Проявление высокоэластичности полимеров. Упругая и высокоэластическая деформации.
- 38 Вынужденная эластичность полимерных стекол.
- 39 Закономерности течения ньютоновских и неньютоновских жидкостей.
- 40 Основной закон течения жидкостей Ньютона.
- 41 Виды неньютоновских жидкостей и их реологические особенности.
- 42 Механизм течения полимеров.
- 43 Зависимость вязкости расплава полимера от различных факторов
- 44 Растворы полимеров.
- 45 Практическое значение растворов полимеров.
- 46 Характерные особенности процесса растворения полимеров. Набухание и степень набухания.
- 47 Истинные растворы и коллоидные системы.
- 48 Термодинамическое сродство полимера и растворителя. Химический потенциал. Второй вириальные коэффициент.
- 49 Теория Флори-Хаггинса. Константа Хаггинса. Параметры растворимости Гильдебранта.
- 50 Влияние растворителя на форму гибкоцепных макромолекул в растворе. Температура Флори.
- 51 Фазовое равновесие в системе полимер — растворитель. Диаграммы состояния. Бинодали. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.

При сдаче зачета студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше, и комплексную задачу (для проверки умений и навыков).

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 20 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.