

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 01.11.2023 16:48:04
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
«_26_» ___марта___ 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность программы бакалавриата
"Физическая химия и химия материалов"

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		доцент Сивцов Е.В.

Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» обсуждена на заседании кафедры физической химии
протокол от «05» февраля 2019 № 6
Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета веществ и материалов
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г.Изотова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	9
4.3.2. Занятия лабораторного типа.....	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
4.5. Темы курсовых работ.....	16
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	17
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	18
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	19
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	19
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	20
10.1. Информационные технологии.....	20
10.2. Программное обеспечение.....	20
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	20
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	20
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	21

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 для 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)
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.О.12.1 Установление соответствия полученных в эксперименте данных общепринятым представлениям в химии полимеров	Знать: правила интерпретации данных, полученных в типовых экспериментах Уметь: анализировать экспериментальные данные с использованием соответствующих алгоритмов Владеть: навыками обработки первичной информации для получения данных, пригодных к интерпретации в контексте существующих представлений
ПК-3 Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий	ПК-3.О.12.1 Использование фундаментальных представлений об особенностях макромолекулярного строения материи для решения практических задач	Знать: черты, отличающие вещества, имеющие макромолекулярное строение, от низкомолекулярных Уметь: использовать фундаментальные представления о высокомолекулярном строении вещества для решения практических задач Владеть: законами физики и химии высокомолекулярных соединений

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p>ПК-3.О.12.2 Использование теоретических представлений о существующих способах синтеза полимеров для решения практических задач</p>	<p>Знать: механизм поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов</p> <p>Уметь: правильно использовать фундаментальные понятия химии полимеров</p> <p>Владеть: теорией поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов</p>
<p>ПК-4 Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>ПК-4.О.12.1 Применение теории поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов для анализа результатов экспериментов</p>	<p>Знать: законы химической кинетики и методы органической химии, используемые в химии полимеров</p> <p>Уметь: осуществлять выбор метода синтеза полимера для достижения желаемого результата</p> <p>Владеть: основами кинетики и механизма реакций, используемых в синтезе полимеров</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.12) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», "Аналитическая химия", "Физика". Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия полимеров» знания, умения и навыки могут быть использованы 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:	90
занятия лекционного типа	24
занятия семинарского типа, в т.ч.	–
семинары, практические занятия	–
лабораторные работы	48
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	54
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	КР, 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.	Общие представления о полимерах	2	–	–	6	ПК-3	ПК-3.О.12.1
2.	Растворы полимеров	2	–	6	6	ОПК-1 ПК-3	ОПК-1.О.12.1 ПК-3.О.12.1
3	Полиэлектролиты	4	–	6	6	ОПК-1	ОПК-1.О.12.1
4	Синтез полимеров	6	–	12	16	ОПК-1 ПК-3 ПК-4	ОПК-1.О.12.1 ПК-3.О.12.2 ПК-4.О.12.1
5	Химические реакции с участием макромолекул	4	–	12	8	ОПК-1 ПК-3	ОПК-1.О.12.1 ПК-3.О.12.2
6	Структура полимеров	4	–	6	6	ПК-3 ПК-4	ПК-3.О.12.1 ПК-4.О.12.1
7	Физико-механические свойства полимеров	2	–	6	6	ПК-3	ПК-3.О.12.1
	Итого	24	–	48	54		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные понятия. Специфические свойства полимеров. Конфигурационная и конформационная изомерии макромолекул. Классификация полимеров. Моделирование конформационных превращений полимеров. Примеры конкретных расчётных задач. Краткая предварительная информация о способах синтеза полимеров (полимеризация, поликонденсация, химическая модификация полимеров). Молекулярные массы и ММР синтетических полимеров. Конкретные расчетные задачи.	2	Д
2	Термодинамический критерий растворимости полимеров. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание. Отклонения от идеальности и их причины. Невозмущенные размеры макромолекул. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Приведенная и характеристическая вязкость.	2	Д
3	Классификация полиэлектролитов. Поликислоты, полиоснования и полиамфолиты. Химические и физикохимические особенности поведения ионизирующихся макромолекул.	2	КрСт
3	Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия полиэлектролитов. Кооперативные реакции.	2	ПЛ
4	Термодинамика радикальной полимеризации. Элементарные стадии. Вывод уравнения скорости полимеризации и степени полимеризации. Гель-эффект. Радикальная сополимеризация. Вывод уравнения состава сополимера. Диаграмма. Схема Q-e.	2	Д
4	Анионная полимеризация. Инициаторы, мономеры. Рост, обрыв и передача цепи. Влияние растворителя и противоиона. Кинетика. Анионная сополимеризация. Катионная полимеризация. Инициаторы, мономеры. Рост, обрыв и передача цепи. Влияние растворителя и противоиона. Кинетика. Катионная сополимеризация.	2	Д

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	Поликонденсация и полиприсоединение. Классификация реакций. Факторы, влияющие на молекулярную массу поликонденсационных полимеров. Примеры конкретных реакций. Кинетика.	2	Д
5	Полимераналогичные реакции. Кинетика. Эффект соседних звеньев. Полимерные эффекты: надмолекулярный, концентрационный, конформационный, электростатический. Химическая модификация полимеров для медицинских целей.	2	Д
5	Внутри- и межмакромолекулярные реакции. Привитые и блок-сополимеры. Синтез и свойства. Деструкция: физическая, химическая, термоокислительная, цепная и по закону	2	КрСт
6	Молекулярный и надмолекулярный уровень структуры. Методы исследования: калориметрия, дилатометрия, электронная микроскопия. Условия кристаллизации полимеров. Кинетика и термодинамика.	2	Д
6	Изотермы кристаллизации. Особенности полимерных кристаллов. Способы проведения кристаллизации. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенограммы. Закон Вульфа-Брегга.	2	Д
7	Фазовые и физические состояния полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояние. Механизмы деформации. Термодинамика. Ньютоновские жидкости и аномалия вязкости расплавов полимеров. Долговечность полимеров. Правило Журкова. Пластификация полимеров. Правила мольных и объемных долей. Релаксационные процессы в полимерах. Явление гистерезиса. Принцип температурно-временной суперпозиции. Термомеханический метод исследования полимеров. Динамометрический метод исследования. Ориентационная вытяжка. Вынужденная эластичность.	2	Д

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Не предусмотрены.

4.3.2. Занятия лабораторного типа.

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Построение фазовых диаграмм.	2	
2	Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров.	2	
2	Изучения поведения полимеров в растворах методом светорассеяния	2	
3	Вискозиметрия разбавленных растворов полиэлектролитов.	2	
3	Гидродинамика и влияние ионной силы на поведение молекул полиэлектролитов в растворе.	2	
3	Потенциометрическое титрование.	2	
4	Изучения кинетики радикальной	10	
4	Компьютерное моделирование сополимеризации.	2	
5	Деполимеризация полимеров.	2	
5	Полимераналогичные превращения – алкоголиз поливинилацетата и этерификация поливинилового спирта.	2	
5	Дериватография полимеров.	2	
5	Термогравиметрия полимеров.	2	
6	Рентгеноструктурный анализ полимеров.	2	
6	Поляризационная оптическая микроскопия кристаллических полимеров.	2	
6	Изучение кинетики кристаллизации методом дилатометрии.	2	
7	Основы термомеханического анализа полимеров.	2	
7	Метод динамометрии.	2	
7	Релаксация напряжения в каучуках.	2	
7	Изучение гистерезисных явлений в режиме «растяжение-сокращение».	2	
7	Компьютерное моделирование деформационных процессов полимерных материалов.	2	
	Всего	48	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<ol style="list-style-type: none">1. Конфигурация и конформация макромолекул. Типы конфигурационных изомеров.2. Гибкость макромолекул. Природа гибкости. Заторможенность внутреннего вращения.3. Гибкость макромолекул. Влияние химической структуры полимера на его гибкость.4. Гибкость макромолекул. Количественные характеристики гибкости (среднеквадратичное расстояние между концами цепи и статистический сегмент). Степень свернутости.5. Гибкость макромолекул. Основные модели, описывающие поведение гибких макроцепей.6. Гибкость макромолекул. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Понятие о термодинамической и кинетической гибкости.7. Понятие о сегменте Куна. Экспериментальное определение сегмента Куна.8. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Полидисперсность синтетических полимеров. Среднечисловая, средневесовая и z-средняя молекулярные массы.	7	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<p>1. Разбавленные растворы полимеров. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы систем «полимер – растворитель». Критические температуры растворения.</p> <p>2. Разбавленные растворы полимеров. Закон Рауля. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и Θ-растворители.</p> <p>3. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Закон Вант-Гоффа. Положительное и отрицательное отклонение от идеального поведения «Хорошие», «плохие» и Θ-растворители.</p> <p>4. Разбавленные растворы полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Второй вириальный коэффициент. Θ-температура и Θ-условия.</p> <p>5. Разбавленные растворы полимеров. Θ-температура и Θ-условия. Невозмущенные размеры макромолекул и метод их оценки.</p> <p>6. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Определение молекулярной массы полимера с использованием метода осмометрии.</p> <p>7. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Закон Ньютона. Вязкость. Аномалия вязкости.</p> <p>8. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой полимера и размером макромолекулы. (экспериментальное определение характеристической вязкости)</p> <p>9. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярной массы, невозмущенного размера макромолекул и сегмента Куна методом вискозиметрии.</p>	7	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	1. Полиэлектролиты. Классификация полиэлектролитов и основные свойства представителей каждого класса. 2. Ионизационное равновесие в водных растворах полиэлектролитов. 3. Термодинамика растворов полиэлектролитов: Равновесие Доннана. 4. Вискозиметрия линейных полиэлектролитов. Концентрационная зависимость приведенной вязкости для бессолевого и солевых растворов полиэлектролитов. Иононное разбавление. 5. Вискозиметрия водных растворов линейных полиэлектролитов. Полиэлектролитное набухание. 6. Определение молекулярных масс полиэлектролитов методом вискозиметрии. 7. Полиамфолиты. Иононная и изоэлектрическая точки. 8. Особенности поведения полиэлектролитов со вторичной структурой в водных растворах.	7	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цепная полимеризация. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. 2. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. 3. Радикальная полимеризация. Основные элементарные стадии радикальной полимеризации. 4. Радикальная полимеризация. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. 5. Оценка степени полимеризации из кинетических данных. 6. Влияние температуры на скорость радикальной полимеризации и молекулярную массу полимера. 7. Катионная полимеризация. Мономеры и инициаторы. 8. Катионная полимеризация. Основные элементарные стадии катионной полимеризации. 9. Катионная полимеризация. Кинетика катионной полимеризации. Оценка степени полимеризации из кинетических данных. 10. Влияние температуры на скорость катионной полимеризации и молекулярную массу полимера. 11. Анионная полимеризация. Мономеры и инициаторы 12. Анионная полимеризация. Основные элементарные стадии анионной полимеризации. Кинетика процесса. 13. Анионная полимеризация. Выражение для оценки степени полимеризации. Получение полимеров с узким молекулярно-массовым распределением. 14. Поликонденсация, типы классификации. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации. 15. Термодинамика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Поликонденсационное равновесие. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия. 16. Кинетика неравновесной поликонденсации. Факторы, влияющие на степень полимеризации. 	12	Письменный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	1. Классификация химических реакций с участием макромолекул. 2. Химические превращения полимеров. Полимераналогичные реакции. Отличия от реакций низкомолекулярных аналогов. 3. Особенности полимераналогичных реакций. 4. Эффект «соседа». Кинетика полимераналогичных реакций. Примеры использования полимераналогичных превращений для получения новых полимеров. 5. Химические превращения полимеров. Внутримолекулярные реакции. Примеры использования внутримолекулярных реакций для получения полимеров. 6. Химические превращения полимеров. Сшивание. Вулканизация каучуков. 7. Получение привитых и блок-сополимеров.	7	Устный опрос
6	1. Кристаллизация полимеров. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. 2. Термодинамика кристаллизации полимеров. Температуры плавления и кристаллизации. Фактор переохлаждения. 3. Кинетика кристаллизации полимеров. Температурные зависимости скоростей зародышеобразования и роста кристаллов. 4. Получение аморфизованных полимеров. 5. Структура и морфологические типы полукристаллических полимеров (ламели и сферолиты). Степень кристалличности.	7	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	<p>1. Термомеханический метод анализа. Три физических состояния аморфных полимеров. Температуры стеклования и текучести и их зависимость от молекулярной массы полимера.</p> <p>2. Термомеханический метод анализа. Термомеханические кривые для полимергомологического ряда. Экспериментальное определение величины сегмента Куна с использованием термомеханического метода.</p> <p>3. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации.</p> <p>4. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Релаксация напряжения. Время релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры.</p> <p>5. Гистерезисные явления при механических испытаниях полимеров. Механические потери и природа их появления. Коэффициент механических потерь.</p> <p>6. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации.</p> <p>7. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.</p> <p>8. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.</p> <p>9. Полукристаллические полимеры. Термомеханические кривые полукристаллических полимеров.</p> <p>10. Аморфизованные полимеры. Термомеханические кривые аморфизованных полимеров.</p>	7	Устный опрос
	Всего	54	

4.5. Темы курсовых работ

1. Концентрационные режимы растворов полимеров: разбавленные, полуразбавленные, концентрированные растворы.
2. Уравнение состояния разбавленного раствора полимера, осмотическое давление, термодинамическое качество растворителя.
3. Решеточная модель Флори-Хаггинса для полуразбавленных растворов.
4. Фазовая диаграмма раствора полимера. Бинодаль и спинодаль. Расчет критической точки растворения.

5. Диаграммы точек помутнения. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.
6. Экспериментальные методы определения θ – температуры.
7. Свойства изолированных макромолекул в хорошем растворителе.
8. Радиус Флори в пространстве размерности d , понятие блока.
9. Полуразбавленные растворы полимеров в атермическом растворителе.
10. Расчет концентрации кроссовера, размера цепи и радиуса корреляции.
11. Осмотическое давление полуразбавленного раствора.
12. Динамика полимерных цепей в разбавленном растворе.
13. Персистентная длина и персистентное время. Модели Рауза, Кирквуда, Куна.
14. Исключенный объем макромолекул в разбавленных и полуразбавленных растворах. Переход клубок – глобула.
15. Принципы фракционирования полимеров. Фракционное осаждение и фракционное растворение. Восстановление функции молекулярно-массового распределения.
16. Вискозиметрия как метод исследования макромолекул в растворах. Динамическая вязкость, кривые течения, аномалия вязкости. Вискозиметрия разбавленных растворов.
17. Рассеяние света растворами полимеров.
18. Применение полимеров в процессах водоочистки и обезвоживания суспензий.
19. Реакционная способность мономеров в реакциях радикальной, катионной и анионной полимеризации. Влияние структурных факторов.
20. Выбор метода полимеризации в зависимости от структуры мономера
21. Молекулярно-массовое распределение в полимерах. Методы его регулирования в процессах полимеризации и поликонденсации.
22. Кинетические модели, отражающие влияние различных факторов на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение
23. Сравнительная характеристика методов полимеризации и поликонденсации. Принципиальное отличие протекания этих процессов во времени.
24. Технологические различия в оформлении процессов полимеризации
25. Методы модификации полимеров. Перспективы создания новых полимерных материалов на основе модифицированных полимеров.
26. Композиты, роль нанодисперсных составляющих композитов в разработке современных полимерных материалов
27. Полимерные мембраны. Методы их получения. Использование в хозяйственной деятельности.
28. Методы получения сополимеров. Кинетические аспекты сополимеризации. Выбор сомономеров.
29. Блок-и привитые сополимеры. Методы синтеза.

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:

<http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Принципы классификации полимеров.
2. Радикальная полимеризация. Элементарные стадии радикальной полимеризации. Примеры мономеров и инициаторов.
3. Особенности структуры аморфных полимеров.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет»¹.

¹ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д. Семчиков. - М.: Academia, 2006. - 367 с.
2. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для академического бакалавриата / В.В. Киреев. - М.: Юрайт, 2015. - 602 с.
3. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 222 с.
4. Сивцов, Е.В. Химическая технология полимеров: Практикум / Е.В. Сивцов, А.И. Гостев. - СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2016. - 56 с.

б) электронные учебные издания²:

1. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 224 с.

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

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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

² В т.ч. и методические пособия

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.

WindowsXPStarterEdition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel): Office 2007 RussianOLPNLAE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru>- база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. Новый справочник химика и технолога http://chemanalitica.com/book/novyy_spavochnik

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

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами, имеющими выход в Интернет.

Три лаборатории (площадью 170 м²). Лаборатории оснащены комплектным типовым химическим оборудованием (весы ВЛР, термостаты, центрифуги, дистилляторы, магнитные мешалки, источники питания и др.), оригинальными установками и приборами.

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 «Химия полимеров»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ³	Этап формирования ⁴
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	промежуточный
ПК-3	Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий	промежуточный
ПК-4	Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	промежуточный

³**Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁴ Этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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)
ОПК-1.О.12.1 установление соответствия полученных в эксперименте данных общепринятым представлениям в химии полимеров	Перечисляет правила интерпретации данных, полученных в типовых экспериментах	ответы на вопросы 20-29	знает некоторые типовые эксперименты химии высокомолекулярных соединений	понимает смысл типовых экспериментов химии высокомолекулярных соединений	способен осуществить корректную интерпретацию опытных данных, полученных в типовых экспериментах химии высокомолекулярных соединений
	Анализирует экспериментальные данные с использованием соответствующих алгоритмов	ответы на вопросы 1-14	способен к первичному анализу экспериментальных данных	умеет использовать шаблонные алгоритмы для анализа экспериментальных данных	находит или самостоятельно разрабатывает алгоритмы, пригодные для анализа экспериментальных данных
	Демонстрирует навыки обработки первичной информации для получения данных, пригодных к интерпретации в контексте существующих представлений	ответы на вопросы 15-19	может перевести данные, полученные на соответствующем оборудовании, в величины, используемые в известных законах и уравнениях	владеет навыками перевода единиц измеряемых параметров между разными системами измерений для представления их в доступном для интерпретации виде	умеет самостоятельно решить задачу подготовки первичной информации к дальнейшей интерпретации в контексте существующих представлений

ПК-3.О.12.1 Использование фундаментальных представлений об особенностях макромолекулярного строения материи для решения практических задач	Перечисляет черты, отличающие вещества, имеющие макромолекулярное строение, от низкомолекулярных	ответы на вопросы 30-32	может перечислить отдельные черты, отличающие вещества, имеющие макромолекулярное строение, от низкомолекулярных	может перечислить основное количество черт, отличающих вещества, имеющие макромолекулярное строение, от низкомолекулярных	может перечислить все черты, отличающие вещества, имеющие макромолекулярное строение, от низкомолекулярных, и дать им объяснение
	Поясняет использование фундаментальных представлений о высокомолекулярном строении вещества для решения практических задач	ответы на вопросы 35-38	умеет применить отдельные представления о высокомолекулярном строении вещества для решения практических задач	использует знания об особенностях высокомолекулярного строения вещества для корректного выбора условий эксперимента или анализа	может правильно учесть фундаментальные представления о высокомолекулярном строении вещества для разработки плана эксперимента и выбора условий его проведения
	Демонстрирует владение законами физики и химии высокомолекулярных соединений	ответы на вопросы 42-45	владеет некоторыми законами физики и химии высокомолекулярных соединений	владеет основными законами физики и химии высокомолекулярных соединений	владеет и может продемонстрировать понимание смысла законов физики и химии высокомолекулярных соединений
ПК-3.О.12.2 Использование теоретических представлений о существующих способах синтеза	Рассказывает о механизме поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов	ответы на вопросы 39-41	знает общую схему поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов	может описать элементарные стадии поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов	знает кинетику и механизм поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов

полимеров для решения практических задач	Объясняет , как правильно использовать фундаментальные понятия химии полимеров	ответы на вопросы 33-34	умеет определять основные характеристики высокомолекулярных соединений	способен объяснить описанные явления в свете фундаментальных понятий химии полимеров	умеет использовать фундаментальные понятия химии полимеров для планирования эксперимента, интерпретации экспериментальных данных
	Демонстрирует владение теорией поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов	ответы на вопросы 42-47	дает определение поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов	владеет способами управления поликонденсационными, полимеризационными и полимераналогичными процессами	владеет навыками правильного выбора компонентов и условий проведения поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов
ПК-4.О.12.1 применение теории поликонденсационных, полимеризационных и полимераналогичных процессов для анализа результатов экспериментов	Перечисляет законы химической кинетики и методы органической химии, используемые в химии полимеров	ответы на вопросы 48-55	имеет представления о химической кинетике	знает особенности реакций с участием свободных радикалов, карбокатионов и карбанионов	понимает роль различных с точки зрения органической химии реакций в синтезе полимеров
	Показывает , как осуществлять выбор метода синтеза полимера для достижения желаемого результата	ответы на вопросы 56-69	различает полимеризационные и поликонденсационные полимеры	способен выбрать между радикальной и ионной полимеризацией для достижения поставленной цели	использует специальные виды полимеризационных процессов для планирования синтеза полимеров заданной архитектуры
	Демонстрирует владение основами кинетики и механизма реакций, используемых в синтезе полимеров	ответы на вопросы 70-78	владеет представлениями о цепных реакциях	различает цепные и ступенчатые процессы с точки зрения кинетики формирования цепи и молекулярно-массовых	владеет представлениями о кинетике радикальной, контролируемой радикальной,

				характеристик полимера	катионной, анионной, ионно- координационной, метатезисной полимеризации
--	--	--	--	------------------------	---

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат – "зачтено", если преодолен пороговый уровень освоения компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

1. Цепная деструкция по закону случая и деполимеризация. Механизм и продукты.
2. Термоокислительная деструкция. Принципы стабилизации полимеров.
3. Внутримолекулярные реакции. Примеры использования внутримолекулярных реакций для получения полимеров с новыми свойствами.
4. Особенности структуры аморфных полимеров.
5. Термомеханический анализ низкомолекулярных и высокомолекулярных аморфных тел. Температуры стеклования и текучести, их зависимость от молекулярной массы.
6. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Энтропийная природа обратимой высокоэластической деформации полимеров.
7. Вязкоупругие свойства линейных и слабосшитых каучуков на примере релаксации деформации (ползучести).
8. Релаксация напряжения. Время релаксации и спектр времен релаксации. Зависимость времени релаксации от температуры
9. Гистерезисные явления в линейных и сшитых каучуках. Механические потери и их природа. Коэффициент механических потерь.
10. Стеклообразное состояние полимеров. Температура стеклования и ее зависимость от химической структуры полимера.
11. Способы определения температуры стеклования полимеров.
12. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности и его зависимость от температуры.
13. Динамометрический метод исследования полимерных стекол. Хрупкость полимеров. Температура хрупкости и метод ее определения.
14. Понятие о модуле упругости, модуле потерь, тангенсе угла механических потерь и их зависимость от температуры и частоты воздействия на аморфный полимер.
15. Пластификация полимеров. Типы пластификаторов. Влияние пластификации на физико-механические свойства аморфных полимеров.
16. Вязкотекучее состояние полимеров. Закон Ньютона течения вязких жидкостей, аномалия вязкого течения расплавов полимеров. Влияние молекулярной массы полимера на температуру текучести и вязкость.
17. Особенности структуры кристаллических полимеров. Морфологические типы кристаллических полимеров.
18. Структура кристаллических полимеров. Элементарная кристаллическая ячейка. Типы кристаллической решетки, характерные для полимеров. Полиморфизм. Отличие низкомолекулярных и полимерных кристаллов.
19. Кристаллизующиеся полимеры. Условия кристаллизации полимеров. Понятие о равновесной и экспериментальной температурах плавления.
20. Термодинамика кристаллизации и плавления. Кристаллизация полимеров при растяжении на примере натурального каучука.
21. Релаксационный характер кристаллизации и плавления полимеров. Способы определения температуры плавления.
22. Аморфизованные полимеры, принцип их получения и термомеханические свойства.
23. Кристаллизация полимеров. Механизмы зародышеобразования. Изотермы кристаллизации. Степень кристалличности.
24. Изотермическая кристаллизация полимеров: температурная зависимость скорости кристаллизации. Степень переохлаждения и ее связь с надмолекулярной структурой закристаллизованного полимера.

25. Термомеханический анализ кристаллических полимеров.
26. Динамометрический метод исследования кристаллических полимеров, механизм их деформации. Напряжение рекристаллизации.
27. Динамометрический метод исследования кристаллических полимеров. Напряжение рекристаллизации и его зависимость от температуры.
28. Прочность и долговечность полимеров.
29. Методы получения и свойства ориентированных полимеров.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

30. Специфические свойства полимеров, отличающие их от низкомолекулярных веществ, причины их проявления.
31. Принципы классификации полимеров.
32. Конформационная изомерия макромолекул. Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи
33. Понятие о конформации статистического клубка и причинах ее устойчивости. Среднеквадратичное расстояние между концами цепи и степень свернутости макромолекулы.
34. Расчет среднеквадратичного расстояния между концами цепи и степени свернутости макромолекулы в рамках модели свободно-сочлененной цепи, модели цепи с фиксированными валентными углами и свободным внутренним вращением, а также модели цепи с фиксированными валентными углами и заторможенным внутренним вращением.
35. Гибкость макромолекул. Сегмент Куна как количественный критерий гибкости. Примеры гибкоцепных и жесткоцепных полимеров. Экспериментальное определение сегмента Куна.
36. Конфигурация макромолекулы. Типы конфигурационных изомеров на примере полиизопрена.
37. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Причины полидисперсности синтетических полимеров. Среднечисловая, средневесовая и z-средняя молекулярные массы.
38. Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Дифференциальные и интегральные функции молекулярно-массового распределения синтетических полимеров.
39. Типы фазовых диаграмм систем «полимер – растворитель». Правило фаз Гиббса. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.
40. Осмометрия разбавленных растворов полимеров. Уравнение состояния полимеров в растворе. Определение молекулярной массы полимера с использованием метода осмометрии.
41. Термодинамическое качество растворителя и Θ -состояние полимерного раствора.
42. Понятие Θ температуры и ее физический смысл. Связь Θ -температуры со степенью полимеризации и критической температурой растворения полимеров.
43. Размеры макромолекулярного клубка в хороших, плохих и Θ -растворителях. Коэффициент набухания и невозмущенные размеры макромолекул, способы их определения.
44. Вискозиметрия разбавленных растворов полимеров. Относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Концентрационная зависимость приведенной вязкости растворов полимеров.
45. Характеристическая вязкость. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой полимера и размерами изолированных макромолекул.

46. Определение молекулярной массы макромолекул с помощью метода вискозиметрии (уравнение Марка-Куна-Хаувинка). Связь параметра «а» в уравнении Марка-Куна-Хаувинка с конформацией макромолекулы.
47. Экспериментальные методы определения молекулярной массы макромолекул
- в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**
48. Полиэлектролиты. Классификация полиэлектролитов и основные представители каждого класса. Области применения линейных и сетчатых полиэлектролитов.
49. Термодинамика растворов полиэлектролитов. Равновесие Доннана.
50. Ионизационное равновесие в бессолевых водных растворах полиэлектролитов. Особенности диссоциации слабых полиэлектролитов без вторичной структуры в бессолевых водных средах.
51. Особенности диссоциации слабых полиэлектролитов со вторичной структурой в бессолевых водных растворах. Зависимости pK и приведенной вязкости от степени диссоциации α .
52. Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в бессолевых водных растворах в зависимости от pH.
53. Конформационные превращения макромолекул линейных полиэлектролитов в водно-солевых растворах. Полиэлектролитное набухание. Изоионное разбавление.
54. Полиамфолиты. Isoионная и изоэлектрическая точки, способы их определения. Специфическое связывание ионов низкомолекулярной соли полиамфолитом.
55. Интерполиэлектролитные реакции линейных полиэлектролитов.
56. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Предельная температура полимеризации и равновесная концентрация мономера.
57. Радикальная полимеризация. Элементарные стадии радикальной полимеризации. Примеры мономеров и инициаторов.
58. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Влияние температуры на скорость радикальной полимеризации
59. Длина кинетической и материальной цепи в радикальной полимеризации. Оценка среднечисловой степени полимеризации из кинетических данных.
60. Примеры агентов передачи цепи и ингибиторов, их влияние на скорость полимеризации и молекулярную массу полимеров.
61. Основные виды цепной полимеризации, их сходство и различие.
62. Катионная полимеризация. Элементарные стадии катионной полимеризации. Примеры мономеров и инициаторов.
63. Кинетика катионной полимеризации. Влияние полярности растворителя и температуры на скорость катионной полимеризации.
64. Влияние полярности растворителя, концентрации мономера и инициатора на среднечисловую степень полимеризации полимера в катионной полимеризации.
65. Анионная полимеризация. Элементарные стадии анионной полимеризации. Примеры мономеров и инициаторов.
66. «Живая» анионная полимеризация: кинетика полимеризации и среднечисловая степень полимеризации. Условия синтеза полимеров с узким молекулярно-массовым распределением.
67. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимера, константы сополимеризации. Диаграмма состава сополимера.
68. Основные принципы получения стереорегулярных макромолекул.
69. Поликонденсация. Классификация реакций поликонденсации и основные классы конденсационных полимеров.

70. Термодинамика поликонденсации. Реакции внутри- и межмолекулярной циклизации.
71. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Примеры реакций.
72. Факторы, влияющие на молекулярно-массовые характеристики конденсационных полимеров.
73. Основные отличия поликонденсации от цепной полимеризации. Примеры конденсационных полимеров.
74. Химические превращения полимеров. Классификация реакций химических превращений и примеры их использования для получения новых полимеров.
75. Полимераналогичные реакции. Эффект соседа.
76. Блок- и привитые сополимеры. Способы их получения и отличия от смесей полимеров.
77. Реакции макромолекул, приводящие к образованию сетчатых полимеров на примере серной и бессерной вулканизации.
78. Реакции макромолекул, приводящие к образованию сетчатых полимеров на примере отверждения эпоксидных и фенолформальдегидных смол.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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

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