

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
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА 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.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14

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-1 Способность осуществлять направленный синтез по предлагаемому методикам в полимерной химии	ПК-1.3 Владение методами синтеза и контроля за свойствами полимерных соединений	Знать механизм, кинетические особенности и возможности направленного синтеза полимеров полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации Уметь осуществить правильный выбор метода синтеза для получения полимера заданного строения Владеть приемами составления рецептуры и выбора условий проведения синтеза при полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору (Б1.В.ДВ.02.02) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Химия и физика высокомолекулярных соединений». Полученные в процессе изучения дисциплины «Современные методы синтеза 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)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	98
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	18 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (4)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	55
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

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.	Техники радикальной полимеризации с обратимой деактивацией цепи.	16	8	24	30	ПК-1	ПК-1.3
2.	Методы контролируемого синтеза полимеров не радикального механизма.	12	6	12	25	ПК-1	ПК-1.3
3.	Комбинированные приемы направленного синтеза полимеров.	8	4	-	-	ПК-1	ПК-1.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Радикальная полимеризация как основной метод синтеза полимеров: механизм, основные закономерности, существующие ограничения.	2	АТД, РД
1	Принципы «живой» полимеризации. Историческая роль работ Шварца. Современные методы осуществления полимеризации в «живом» режиме.	2	АТД, РД
1	Радикальная полимеризация с обратимой деактивацией цепи. Принципы, механизм, возможности и ограничения.	2	АТД, РД
1	Полимеризация с обратимым ингибированием на стабильных радикалах. Нитроксильные радикалы как агенты обратимой дезактивации цепи.	2	АТД, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Полимеризация с переносом атома. Роль школы Матиашевского в развитии метода. Существующие техники полимеризации с переносом атома.	2	АТД, РД
1	Инициаторы и катализаторы, использующиеся при реализации полимеризации с переносом атома. Правильные выбор инициатора, катализатора и конкретной техники осуществления процесса.	2	АТД, РД
1	Полимеризация с обратимой передачей цепи. Вклад отечественной школы в развитие метода. Классы агентов обратимой передачи цепи. Выбор агента обратимой передачи цепи в зависимости от типа полимеризуемого мономера..	2	АТД, РД
1	Особенности осуществления полимеризации с обратимой передачей цепи в присутствии агентов различных классов. Влияние тиокарбонильного фрагмента на свойства получаемых полимеров.	2	АТД, РД
2	«Живая» анионная полимеризация. Катализаторы полимеризации, механизм и кинетика анионной полимеризации. Синтез привитых и блок-сополимеров.	2	АТД, РД
2	«Живая» катионная полимеризация: особенности механизма и кинетики. Мономеры и иницирующие системы, используемые в «живой» катионной полимеризации. Полимеризация изобутилена, стирола и его производных, виниловых эфиров.	2	АТД, РД
2	Ионная и координационная полимеризация с раскрытием цикла. Строение и реакционная способность активных центров.	2	АТД, РД
2	Метатезисная полимеризация. Катализаторы метатезиса. Макромолекулярный инжиниринг с использованием метатезиса.	2	АТД, РД
2	Супрамолекулярные полимеры. Нековалентный подход: получение трехмерных структур за счет образования водородных связей, гидрофобных взаимодействий, кулоновских сил. Супрамолекулярные блок-сополимеры.	2	АТД, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Координационная полимеризация: особенности инициирования, роста и обрыва цепи. Полимеризация этилена и пропилена. Синтез сополимеров этилена и пропилена.	2	АТД, РД
3	Комбинация «живой» катионной и анионной полимеризации для синтеза блок-сополимеров. Комбинация «живой» катионной и радикальной полимеризации. Комбинация анионной и координационной полимеризации с раскрытием цикла.	4	АТД, РД
3	Осуществление контролируемой полимеризации в водных дисперсиях. Полимеризация под действием света и других внешних факторов.	4	АТД, РД

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	Основные закономерности радикальной полимеризации. Зависимость скорости полимеризации и молекулярной массы полимеров от концентрации мономера и инициатора.	2		Т, Д, МК, РД
1	Использование передатчиков цепи для регулирования молекулярной массы полимеров. Передача цепи на растворитель.	2		Т, Д, МК, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Относительные активности мономеров в радикальной полимеризации. Методы вычисления констант сополимеризации. Диаграммы «состав мономерной смеси-состав сополимера» при различном соотношении активностей мономеров	2		Т, Д, МК, РД
1	Способы расчета микроструктуры полимерной цепи на основании значений констант сополимеризации. Расчет средней длины последовательностей звеньев, диадного и триадного состава, эффекта чередуемости звеньев, вероятностей образования последовательностей звеньев определенной длины.	2		Т, Д, МК, РД
1	Предсказание микроструктуры цепи на основании мониторинга состояния реакционной массы при полимеризации методом ЯМР спектроскопии.	2	1	Т, Д, МК, РД
1	Зависимость молекулярной массы полимеров от конверсии при полимеризации с обратимой дезактивацией цепи. Расчет молекулярно-массовых характеристик полимеров по данным гель-проникающей хроматографии.	2	1	Т, Д, МК, РД
2	Выбор стратегии синтеза полимера заданной микроструктуры: метод, условия, стадийность, инициатор, катализатор, рецептура. Обоснование стратегии синтеза на основании механизма различных техник безобрывной полимеризации.	4		Т, Д, МК, РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3	Использование комбинации различных видов полимеризации для решения поставленной прикладной задачи.	2		Т, Д, МК, РД
	Всего	18	2	

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	Спектроскопия ЯМР полимеров, полученных в условиях обратимой передачи цепи, с определенной концевой функционализацией. Определение среднечисленной молекулярной массы.	6	1	
1	Анализ методами дифференциальной сканирующей калориметрии и синхронного термогравиметрического и термического анализа полимеров, содержащих в своей структуре остатки агентов обратимой передачи цепи.	6	1	
1	Синтез гомополимеров и сополимеров в присутствии агентов обратимой передачи цепи	6	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
1	Анализ молекулярно-массовых характеристик полимеров, полученных в присутствии агентов обратимой передачи цепи; доказательство протекания процесса в контролируемом режиме.	6	1	
2	Синтез поливинил-н-бутилового эфира методом катионной полимеризации в присутствии различных каталитических система. Анализ молекулярно-массовых характеристик и строения полученного полимера	12		
	Всего	36	4	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные закономерности радикальной полимеризации	6	Устный опрос
1	Виды катализаторов, инициаторов, агентов обратимой дезактивации цепи в процессах контролируемой полимеризации. Схемы протекающих реакций. Выбор условий полимеризации. Особенности полимеризации конкретных мономеров.	20	Индивидуальное задание
1	Зависимость закономерностей анионной и катионной полимеризации от типа катализатора, полярности реакционной среды, природы противоиона, присутствия добавок, строения мономера.	20	Устный опрос
2	Поиск научных публикаций по комбинированным методам синтеза полимеров заданной архитектуры и их анализ	9	Дискуссия
	Всего	55	

4.5 Темы индивидуального задания

В качестве индивидуального задания предлагается комплексная разработка конкретной проблемы, связанной с направленным синтезом полимеров одним из методов контролируемой полимеризации (пример приведен в фонде оценочных средств).

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 экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами из приведенного в Приложении 1 списка.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Радикальная полимеризация и ее механизм.
2. Механизм полимеризации с раскрытием цикла.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д. Семчиков. – Москва : Academia 2006. – 367 с. - ISBN 5-7695-3028-6.
2. Холден, Дж. Термоэластопласты / Дж. Холден, Х. Р. Крихельдорф, Р. П. Куирк. – Санкт-Петербург : Профессия, 2011. - 717 с. - ISBN 978-5-91884-033-7.
3. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 528 с. - ISBN 978-5-94774-363-0.

б) электронные учебные издания:

- 1 Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211184> (дата обращения: 01.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Современные методы синтеза 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.

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 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 Excel);
LibraOffice;
SpinWorks.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Аудитории, лабораторные залы, персональные компьютеры.

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 «Современные методы синтеза полимеров»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способность осуществлять направленный синтез по предлагаемым методикам в полимерной химии	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-1.3 Владение методами синтеза и контроля за свойствами полимерных соединений	Знает механизм, кинетические особенности и возможности направленного синтеза полимеров полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-25 к экзамену	Перечисляет методы контролируемого синтеза полимера, рассказывает о принципах их осуществления	Записывает схемы синтеза полимеров полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации	Рассказывает о механизме и кинетических особенностях полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации
	Умеет осуществить правильный выбор метода синтеза для получения полимера заданного строения (У-1)	Правильные ответы на вопросы №26-50 к экзамену	Поясняет пригодность методов направленного синтеза полимеров для конкретных мономеров в зависимости от их строения	Сопоставляет и делает выводы по правильному выбору метода направленного синтеза полимеров для конкретных мономеров в зависимости от их строения	Анализирует возможности методов направленного синтеза полимеров и показывает присущие им закономерности
	Владеет приемами составления рецептуры и выбора условий проведения синтеза при полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 51-65 к экзамену	Показывает основные компоненты реакционной массы при реализации синтеза при полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации	Демонстрирует навыки составления рецептуры и выбора условий проведения синтеза при полимеризации с обратимой деактивацией цепи, раскрытием цикла и метатезисной полимеризации	Решает задачи по обоснованному выбору метода и конкретных условий для синтеза полимера заданной архитектуры с контролируемыми молекулярно-массовыми характеристиками

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

- 1 Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров.
- 2 Полидисперсность, молекулярная масса, степень полимеризации, молекулярно-массовое и молекулярно-численное распределение олигомеров и полимеров.
- 3 Реакции получения высокомолекулярных соединений. Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно-координационная, особенности указанных полимеризационных процессов.
- 4 Радикальная полимеризация и ее механизм.
- 5 Строение мономеров и способность их к радикальной полимеризации.
- 6 Методы инициирования радикальной полимеризации.
- 7 Кинетика радикальной полимеризации и уравнение скорости полимеризации. Влияние различных факторов на молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера.
- 8 Ингибиторы и регуляторы радикальной полимеризации.
- 9 Радикальная полимеризация при глубоких степенях превращения. Гель-эффект.
- 10 Контролируемая радикальная полимеризация. Основные принципы контролируемой радикальной полимеризации.
- 11 КРП с обратимым ингибированием на стабильных радикалах (нитроксильных).
- 12 КРП с обратимой передачей цепи.
- 13 КРП с обратимой передачей атома (ATRP).
- 14 Применение контролируемой радикальной полимеризации для синтеза статистических, градиентных и блок-сополимеров.
- 15 Сополимеризация, ее механизм и основные закономерности.
- 16 Уравнение состава сополимера.
- 17 Константы сополимеризации и их физический смысл.
- 18 Связь строения мономеров с их реакционной способностью.
- 19 Состав и микроструктура сополимеров.
- 20 Ионная (катионная и анионная) полимеризация. Реакционная способность мономеров в реакциях ионной полимеризации.
- 21 Катализаторы и сокатализаторы в ионной полимеризации.
- 22 Механизм катионной полимеризации.
- 23 Механизм анионной полимеризации. "Живые" цепи.
- 24 Скорость процессов катионной и анионной полимеризации.
- 25 Влияние среды на кинетику ионной полимеризации.
- 26 Ионно-координационная полимеризация и ее особенности.
- 27 Типы катализаторов для ионно-координационной полимеризации.
- 28 Стереорегулярные полимеры, полученных ионной и ионно-координационной полимеризацией.
- 29 Поликонденсация: равновесная и неравновесная.
- 30 Функциональность мономеров и ее значение в поликонденсации.
- 31 Равновесная поликонденсация и ее механизм.
- 32 Кинетика равновесной поликонденсации.
- 33 Зависимость молекулярной массы полимера от соотношения исходных мономеров; правило неэквивалентности функциональных групп.
- 34 Неравновесная поликонденсация. Закономерности неравновесной поликонденсации.
- 35 Трехмерная поликонденсация и ее закономерности. Влияние функциональности исходных соединений.

36 Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур в процессе синтеза и химических превращений в макромолекулах. Параметры сеток.

37 Конфигурация и конформация макромолекул.

38 Основные модели полимерных цепей.

39 Характеристики размеров и формы полимерных цепей.

40 Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул.

41 Гибкость полимерных цепей и ее характеристики. Ближние и дальние взаимодействия.

42 Размеры и формы реальных цепных молекул и их экспериментальное определение.

43 Понятие о статистическом сегменте.

44 Высокомолекулярные соединения в растворе. Теория Флори—Хаггинса.

45 θ -температура. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе.

46 Методы фракционирования полимеров.

47 Растворы полиэлектролитов.

48 Физические и фазовые состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее.

49 Аморфные и кристаллические полимеры.

50 Релаксационные явления в полимерах.

51 Физико-механические свойства полимеров. Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость.

52 Исследование структуры макромолекул в растворе вискозиметрией.

53 Исследование структуры макромолекул в растворе светорассеянием.

54 Исследование структуры макромолекул в растворе седиментацией.

55 Спектроскопия полимеров: ИК, МНПВО, КР. Специфика методов и задачи, решаемые с их применением.

56 Электронный парамагнитный резонанс. Сущность методов, аппаратура, области применения.

57 Ядерный магнитный резонанс. Сущность методов, аппаратура, области применения.

58 Двумерный ЯМР.

59 Масс-спектрометрия. Сущность метода, аппаратура, области применения.

60 Транспортные методы для исследования полимеров. Гель-проникающая хроматография.

61. Механизм полимеризации с раскрытием цикла.

62. Мономеры, полимеризующиеся по механизму раскрытия цикла.

63. Полимеризация лактамов.

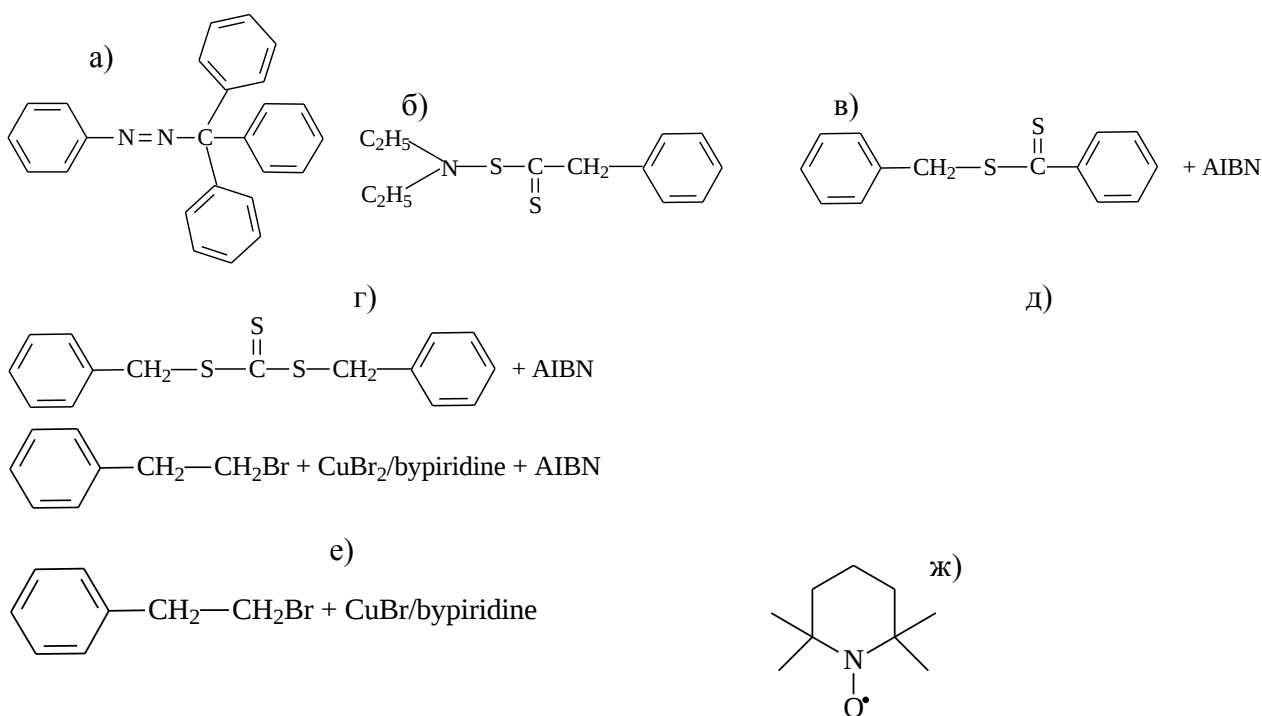
64. Метатезисная полимеризация.

65. Комбинирование различных техник полимеризации.

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

Пример индивидуального задания:

Ниже приведены соединения, введение которых в радикальную полимеризацию позволяет перевести процесс в псевдоживой режим.



1. Отнесите данные соединения к нужному типу псевдоживого процесса (полимеризация в присутствии инициаторов, полимеризация с участием обратимых ингибиторов, полимеризация по механизму обратимой передачи цепи, полимеризация с переносом атома).

2. Для каждого из этих соединений напишите химические реакции, в ходе которых происходит “оживление” (регенерация) макрорадикалов (макрорадикал обозначьте как $P_n^{\bullet}$) в ходе полимеризации.

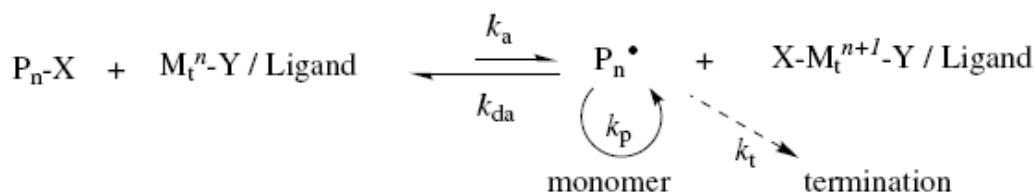
Для получения поли(трет-бутилакрилата) 10 г мономера (трет-бутилакрилата) нагревали при 60°C в присутствии 0,0143 г динитрила азо-изомасляной кислоты (α, α' -азобисизобутиронитрила) и а) 0,2123 г бензилдтиобензоата ($PhC(=S)SCH_2Ph$) и б) 0,2523 г дибензилтритиокарбоната ($PhCH_2SC(=S)SCH_2Ph$). Плотность реакционной среды составила 0,87 г/см³.

3. Учитывая, что контролируемая радикальная полимеризация имеет черты “живых” ионных процессов, рассчитать среднечисловую степень полимеризации поли(трет-бутилакрилата) в обоих случаях (а, б) по достижении 90% конверсии мономера.

К полученному полимеру добавили 10 г стирола и нагревали в течение 24 ч при 80°C. Затем отогнали остаток мономера, растворили продукт в диоксане и нагревали при 80°C в течение 6 ч в присутствии HCl(конц.).

4. Какие произошли изменения в химической структуре исходного поли(трет-бутилакрилата) после этих модификаций?

Схему полимеризации с переносом атома можно представить следующим образом:



где M_t – это металл, чаще Cu ($M_t^n - Cu^{1+}$, $M_t^{n+1} - Cu^{2+}$), X – активирующая группа, чаще галоген, Y – галоген.

5. Объясните, как влияет величина константы равновесия ($K_p = k_a/k_{da}$) на скорость полимеризации с переносом атома. (Реакцией квадратичного обрыва макрорадикалов пренебречь).

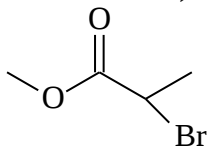
6. Как изменяется скорость полимеризации с переносом атома в ряду X = Cl, Br, I.

Проводят полимеризацию н-бутилакрилата в присутствии инициатора динитрила азо-изомасляной кислоты, фенилэтилбромида ($PhCH_2CH_2Br$), бромида меди (II) и бипиридина в ацетоне при 60°C. После полимеризации полимер очистили от соединений меди и низкомолекулярных веществ и проанализировали методом 1H ЯМР.

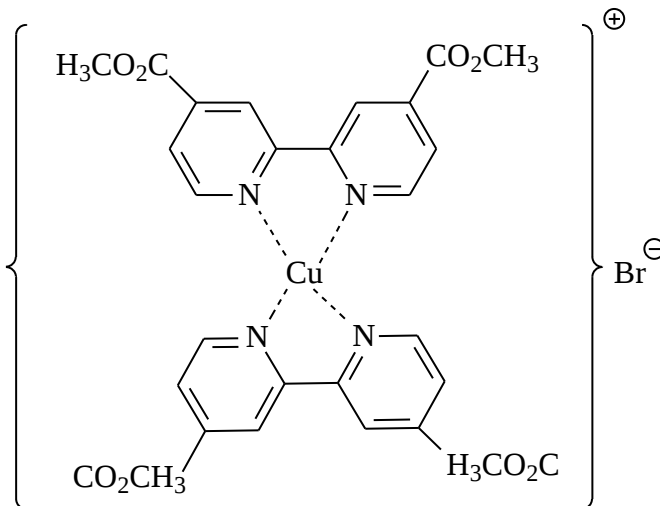
7. Напишите все возможные структуры макромолекул и предложите алгоритм, как из спектра ЯМР рассчитать среднечисловую молекулярную массу полученного полимера.

8. Напишите схему синтеза градиентного сополимера акрилонитрила (M_1) с винилацетатом (M_2) ($r_1=5.6$; $r_2=0.03$) методом ATRP, и изобразите его структуру.

Инициатор:



Катализатор:



Напишите подробно схему синтеза диблок сополимера поли(метакриловая кислота-блок-стирол) методом RAFT полимеризации, используя в качестве инициатора ДАК. RAFT агент выберите самостоятельно. Изобразите структуру конечного продукта.

Опишите как изменяется ММР продукта в ходе синтеза.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.