



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Капустина А.А.

(подпись) (ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей, неорганической и  
элементоорганической химии

Капустина А.А.

(подпись) (ФИО.)

«29» декабря 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Высокомолекулярные соединения**  
**Направление подготовки 04.03.01 Химия**  
профиль «Фундаментальная химия»  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7  
лекции 34 часов  
практические занятия \_\_\_\_\_ час.  
лабораторные работы 52 час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 86 час.  
в том числе с использованием МАО \_\_\_ час.  
самостоятельная работа 94 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект семестр  
зачет \_\_\_\_\_7\_\_\_\_\_ семестр  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.03.01 **Химия**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17.07.2017 г. №671

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии, протокол № 749 (12/19) от 12 декабря 2019 г.

ВРИО Заведующая кафедрой Органической химии д.х.н.. профессор Акимова Т.И.  
Составитель: к.х.н., доцент Калинина Т.А.

Владивосток  
2020

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация

### Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель:** познакомить студентов с наукой о полимерах и ее фундаментальной частью – химией и физикой полимеров, со спецификой полимерного состояния вещества, изучить цепные и ступенчатые процессы образования макромолекул, познакомить с физико-химическими свойствами полимеров,

#### Задачи:

1. Познакомить с основными понятиями и терминами науки о полимерах, основами номенклатуры и классификации полимеров.
2. Дать представление об основных способах синтеза полимеров из мономеров: полимеризации (аддиционной полимеризации) и поликонденсации (конденсационной полимеризации). Рассмотреть механизмы реакций, зависимость их протекания и результатов от строения мономеров и условий, практические способы их проведения.
3. Дать представление о специфике физико-химических свойств полимеров на макромолекулярном, надмолекулярном и макроуровнях, зависимости этих свойств от строения макромолекул и динамических условий, практическом использовании специфики физикохимии полимеров.
4. Дать представление о специфике химических превращений полимеров, типах этих превращений, зависимости их протекания и их результатов от строения полимеров и от условий, практическое значение и использование химических реакций полимеров. Познакомить основными типами реакций деструкции полимерных молекул.

### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз	<b>ОПК-1.1.</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук <b>ОПК-1.2.</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в

	данных профессионального назначения	избранной области химии или смежных наук <b>ОПК-1.3.</b> Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач
	<b>ОПК-2.</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<b>ОПК-2.1.</b> Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их <b>ОПК-2.2.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Высокомолекулярные соединения» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: лекции-беседы, проблемные лекции, групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел 1. Введение (2 час.).**

**Тема 1. Введение в теорию высокомолекулярных соединений (2 час), в том числе с использованием МАО – лекция – беседа, 2 часа.**

Предмет, цели, задачи. Основные понятия и термины, классификация и номенклатура полимеров. Специфические свойства высокомолекулярных соединений.

### **Раздел 2. Синтез высокомолекулярных соединений (14час.)**

**Тема 1: Основные принципы синтеза высокомолекулярных соединений; основные типы мономеров. Радикальная полимеризация (4 часа), в том числе с использованием МАО – лекция – беседа, 4 часа.**

Реакции инициирования, роста, обрыва цепей. Основные типы инициаторов, их распад. Передача цепи на мономер, инициатор, примеси, «мертвый» полимер. Регуляторы и ингибиторы полимеризации. Кинетика полимеризации. Влияние различных факторов на скорость полимеризации и среднюю степень

полимеризации. Радикальная сополимеризация, основные варианты. Практические и теоретические методы нахождения констант сополимеризации.

**Тема 2: Ионная полимеризация (4 часа), в том числе с использованием МАО – лекция – беседа, 4 часа.**

Катионная полимеризация. Мономеры катионной полимеризации. Катализаторы и сокатализаторы. Элементарные стадии катионной полимеризации. Чисто катионная полимеризация винильных и циклических мономеров. Реакции с катион-радикальным иницированием. Кинетика катионной полимеризации.

Анионная и анионно-координационная полимеризация. Чисто анионная полимеризация винильных и циклических мономеров. Полимеризация с анион-радикальным иницированием. Анионно-координационная полимеризация винильных и диеновых мономеров. Механизмы полимеризации в присутствии катализаторов Циглера-Натта и  $\pi$ -аллильных комплексов металлов. Полимеризация с вероятным промежуточным образованием карбенов.

**Тема 3: Ступенчатая полимеризация (2 часа), в том числе с использованием МАО – проблемная лекция, 2 часа.**

Ступенчатая полимеризация. Миграционная полимеризация и полициклоприсоединение. Строение мономеров и их способность к полимеризации. Термодинамические и кинетические факторы. Практические способы проведения полимеризации. Особенности эмульсионной полимеризации, их теоретическое обоснование.

**Тема 4: Поликонденсация (4 часов), в том числе с использованием МАО – лекция – беседа, 4 часа.**

Мономеры и реакции, используемые в ступенчатых процессах синтеза полимеров. Основные схемы поликонденсации. Важнейшие типы реакций поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Зависимость результатов реакции от функциональности мономеров, соотношения реагирующих групп и глубины реакции. Строение мономеров и их способность к поликонденсации. Методы осуществления реакций поликонденсации.

Особенности гетерофазной поликонденсации.

### **Раздел 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел (12 час)**

#### **Тема 1: Структура макромолекул (6 час), в том числе с использованием МАО – проблемная лекция, 6 часов.**

Молекулярно-массовые характеристики. Практическая значимость молекулярно-массовых характеристик. Конфигурация макромолекул. Конфигурационные уровни макромолекул с центрами R,S-изомерии, π-диастереомерии. Конформационные уровни макромолекул. Гибкость макромолекулы. Термодинамический и кинетический сегменты. Факторы, определяющие гибкость.

Надмолекулярная структура. Структура аморфных и кристаллических тел. Релаксационные состояния. Стеклообразное состояние. Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние. Термомеханические кривые. Практическая значимость релаксационных состояний. Жидкокристаллическом состоянии.

#### **Тема 2: Растворы полимеров (6 час), в том числе с использованием МАО – лекция – беседа, 6 часов.**

Набухание. Классификация процессов набухания. Факторы, определяющие тип, скорость и степень набухания. Кинетика набухания. Практическая значимость.

Фазовые равновесия в растворах. Термодинамическая устойчивость растворов. Ограниченная растворимость. Практическая значимость фазового разделения. Термодинамическая теория растворов. Модель регулярного раствора. Энтропия и энтальпия смешения. Уравнение состояния высокомолекулярного соединения в растворе. Θ-условия.

Вязкость растворов. Гидродинамические свойства макромолекул в разбавленных растворах. Особенности гидродинамических свойств полиэлектролитов.

### **Раздел 4. Химические реакции высокомолекулярных соединений (6 час.)**

#### **Тема 1: Особенности реагирования (2 час)**

Полимераналогичные реакции. Реакционная способность полимеров. Реакции природных и синтетических полимеров. Циклизация при полимераналогичных превращениях, превращения трехмерных полимеров.

**Тема 2: Реакции деструкции и сшивания макромолекул (2 час.), в том числе с использованием МАО – проблемная лекция, 2 часа.**

Классификация реакций. Деструкция по закону случая. Деполимеризация. Реакции сшивания макромолекул. Превращения полимеров при нагревании, окислении и действии излучений.

**Тема 3: Интерполимерные реакции (2 час.), в том числе с использованием МАО – проблемная лекция, 2 часа.**

Кооперативный характер интерполимерных реакций. Классификация интерполимерных комплексов. Применение стехиометрических полиэлектролитных комплексов. Нестехиометрические полиэлектролитные комплексы.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (52 час.)**

**Лабораторная работа № 1 Кинетика радикальной полимеризации (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Исследуется механизм радикальной полимеризации стирола. Инициатор -

Динитрилазо-бис-изомасляной кислоты.

**Лабораторная работы № 2-3 Определение констант сополимеризации стирола и акриловой кислоты (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Сополимеризацию осуществляют путем радикальной полимеризации в растворе. Определяют константы сополимеризации методом Файнемана-Росса. По значениям констант сополимеризации определяют тип сополимеризации.

**Лабораторная работа № 4-5 Определение констант сополимеризации метилметакрилата с акриловой кислотой (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Сополимеризацию осуществляют путем радикальной полимеризации в растворе. Определяют константы сополимеризации методом Файнемана-Росса.

По значениям констант сополимеризации определяют тип сополимеризации.

**Лабораторная работа № 6 Эмульсионная полимеризация стирола (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Способом проведения радикальной полимеризации стирола является эмульсионная полимеризация, выделяющаяся ярко выраженными особенностями механизма (большие скорости и степени полимеризации). Инициатор - персульфат натрия, эмульгатор – олеат натрия. Определяют выход полимера от времени полимеризации.

**Лабораторная работа № 7 Катионная полимеризация стирола (4час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Осуществляется в присутствии неорганической кислоты Льюиса (хлорид титана). Определяют выход полимера, степень конверсии и расход катализатора.

**Лабораторная работа № 8-9 Синтез тиокольного каучука (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Синтезируют полисульфидный каучук, являющийся продуктом поликонденсации алифатического дигалогенпроизводного и полисульфидом натрия. В основе реакции нуклеофильное замещение галогена на серусодержащую группу. Тиокольный каучук имеет известное техническое использование (высокая масло-, бензостойкость, газонепроницаемость).

**Лабораторная работа № 10. Поликонденсация лимонной кислоты и этиленгликоля (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

В работе получают сшитые полимеры, для которых определяют кислотные числа, строят график время – кислотное число, проверяют растворимость.

**Лабораторная работа № 11. Получение поливинилформалия (4час)**



Поливинилформаль – один из важнейших и прочнейших поливинилацеталей – получают путем полимераналогичного превращения поливинилового спирта - его взаимодействия с формальдегидом.

**Лабораторная работа № 12. Определение содержания ацетальных групп в поливинилформале (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Работа основана на расщеплении ацеталей солянокислым гидроксиламином с последующим титрование выделившегося HCl щелочью. По количеству израсходованной на титрование щелочи рассчитывают содержание ацетальных групп (винилацетальных звеньев).

**Лабораторная работа № 13. Окислительная деструкция поливинилового спирта иодной кислотой (4 час)**

В работе осуществляют частичную деструкцию поливинилового спирта иодной кислотой, которая расщепляет фрагменты, содержащие 1,2-диольные группы. Расщеплению подвержены элементарные звенья, соединенные по типу «хвост к хвосту». Содержание звеньев «хвост к хвосту» определяется по изменению молекулярной массы до и после деструкции вискозиметрическим методом.

**Лабораторная работа № 14. Деполимеризация полиметилметакрилата (4 час), в том числе с использованием МАО - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач, 4 часа.**

Распад макромолекул полиметилметакрилата проводят при нагревании. (термоокислительная деструкция). Определяют выход мономера.

**Лабораторная работа № 15. Сульфирование полистирола (4 час)**

Химические реакции электрофильного замещения в цепях полимера позволяют получить с высоким выходом полиэлектролит, содержащий сульфогруппы.

**Лабораторная работа № 16-17. Метилцеллюлоза (8 час)**

Метилцеллюлозу получают путем полимераналогичных превращений из хлопка. На первой стадии в щелочном растворе выделяют щелочную целлюлозу, а затем проводят метилирование в растворе толуола диметилсульфатом. В итоге нескольких этерификаций получают продукт, содержащий около 30% метоксильных групп и растворяющийся в холодной

воде.

## **111. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	1 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 1	3 часа	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
2.	2 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 2	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
3.	3 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 3	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
4.	4 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 4	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
5	5 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие

		модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 5		отчета о выполнении лабораторной работы.
6.	6 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 6	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
7	7 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 7	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
8	8 неделя	Подготовка к сдаче Первого тестового контроля. Модуль 1. Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 8	4 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Тестовый контроль согласно рейтинг-плану
9	9 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 9 Решение домашних задач	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
10	10 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
11	11 неделя	Подготовка к	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие

		<p>выполнению эксперимента лабораторной работы № 11</p> <p>Решение домашних задач</p>		<p>отчета о выполнении лабораторной работы. Тестовый контроль согласно рейтинг-плану. Модуль 2.</p>
12	12 неделя	<p>Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 12</p> <p>Решение домашних задач</p>	4 часа	<p>Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач</p>
13	13 неделя	<p>Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 13</p> <p>Подготовка к тестовому контролю</p>	4 часа	<p>Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач. Модуль 3.</p>
14	14 неделя	<p>Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 14</p> <p>Решение домашних задач</p>	4 часа	<p>Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач</p>
15	15 неделя	<p>Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 15</p> <p>Решение домашних задач</p>	4 часа	<p>Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач</p>
16	16 неделя	<p>Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 16</p> <p>Решение домашних задач</p>	4 часа	<p>Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач</p>

17	17 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 17  Подготовка к тестовому контролю	4 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
	Подготовка к экзамену		27 часов	Экзамен
Итого:			94 часа	

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы**

#### **Подготовка к лабораторным работам**

#### **Лабораторная работа №1. Кинетика радикальной полимеризации стирола**

##### **Задание на дом:**

-просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный радикальной полимеризации;

--обратить внимание на механизм реакций, лежащих в основе синтезов;

-подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным рекомендации (см. ниже).

изучить методику синтеза полистирола:

#### **Лабораторная работа №2-3. Определение констант сополимеризации стирола и акриловой кислоты**

##### **Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №1.

Изучить методику сополимеризации и расчета констант сополимеризации.

#### **Лабораторная работа №4-5. Определение констант сополимеризации метакриловой кислоты с акриловой кислотой**

##### **Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №1.

Изучить методику сополимеризации и расчета констант сополимеризации.

#### **Лабораторная работа №6. Эмульсионная полимеризация стирола**

##### **Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №1.

Изучить методику проведения эмульсионной полимеризации.

Изучить кинетику и особенности эмульсионной полимеризации.

#### **Лабораторная работа №7. Катионная полимеризация стирола**

**Задание на дом:**

Изучить общие закономерности ионной полимеризации, мономеры и катализаторы

Элементарные стадии катионной полимеризации

Кинетику катионной полимеризации

**Лабораторная работа №8-9. Синтез тиокольного каучука**

**Задание на дом:**

Изучить общие закономерности ступенчатой полимеризации (поликонденсации).

Изучить классификацию процессов ступенчатой полимеризации.

Кинетику ступенчатой полимеризации

**Лабораторная работа №10. Поликонденсация лимонной кислоты и этиленгликоля**

**Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №8.

Изучить реакции сшивания макромолекул

**Лабораторная работа №11. Получение поливинилформала**

**Задание на дом:**

Изучить полимераналогичные реакции полимеров на примере поливинилового спирта с формальдегидом.

Изучить реакционную способность полимеров.

Изучить характеристики продуктов модификации.

Изучить известные примеры модификации природных и синтетических полимеров.

**Лабораторная работа №12. Определение содержания ацетальных групп в поливинилформале**

**Задание на дом:**

Изучить реакции деструкции макромолекул в различных условиях.

Химическая деструкция и ее примеры.

Рассчитать содержание ацетальных групп в полимере.

**Лабораторная работа №13. Окислительная деструкция поливинилового спирта иодной кислотой**

**Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №12.

Специфическое поведение высокомолекулярных соединений в полимераналогичных превращениях.

Деструкция по закону случая под действием окислителей.

**Лабораторная работа №14. Деполимеризация полиметилметакрилата**

**Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №12.

Термоокислительная деполимеризация и ее механизм.

Примеры термической деполимеризации.

### **Лабораторная работа №15. Сульфирование полистирола**

#### **Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №12.

Особенности продуктов модификации – полиэлектролитов.

### **Лабораторная работа №16. Метилцеллюлоза**

#### **Задание на дом:**

Указания те же, что и для работы №12.

Полимераналогичные превращения природных полимеров.

Предварительная активация целлюлозы

О-алкилирование алкилгалогенидами

Условия проведения реакций.

### **Рекомендации по получению допуска к лабораторной работе**

Студент допускается к выполнению лабораторной работы только после получения разрешения (допуска) преподавателя. Собеседование ведется по следующим критериям.

1. *Теоретическая часть.* Студент должен знать, какой раздел теоретической части курса демонстрируется в выполняемой лабораторной работе и какую практическую цель преследует данный синтез. При собеседовании требуется:

- написать схему реакции, лежащей в основе синтеза,
- схемы образования побочных продуктов,
- расписать механизм основной реакции,
- указать условия, способствующие максимальному выходу целевого продукта,
- знать признаки окончания реакции.

2. Нарисовать *схему установки*, на которой будет проводиться синтез, и рассказать о каждом элементе установки

3. Подробно рассказать *о ходе выполнения работы* с пояснением всех стадий: последовательности загрузки реагентов, растворителя, катализатора, температурном режиме, интенсивности перемешивания, признаках завершения реакции, стадии выделения продукта, методе его очистки (перекристаллизация, перегонка и др.) и идентификации.

4. Ответить на вопросы *по технике безопасной работы* с используемыми веществами.

## Выполнение лабораторной работы

Каждая лабораторная работа привязана к определенной теоретической части курса «Высокомолекулярные соединения» и призвана на практике продемонстрировать методы и условия синтеза полимеров, их реакции и свойства.

Работа выполняется под наблюдением преподавателя.

Выполнение эксперимента сопровождается описанием всех стадий работы и обязательно *наблюдений в лабораторном журнале*.

Перед началом эксперимента в журнал записывают: дату, номер лабораторной работы, название, цель работы. Приводится уравнение реакции основной и побочной. Далее в разделе Реагенты называют реагирующие вещества и рассчитывают их количества в граммах и молях.

Дается рисунок установки для синтеза.

После этого приступают к *выполнению синтеза*, параллельно фиксируя в журнале все происходящие изменения: температурного режима, гомогенности реакционной смеси, окраски и т.д., все того, что может показать, правильно или нет развивается реакция. Описание не должно копировать методику синтеза. После завершения синтеза описывается *стадия выделения* (экстракция, фильтрование, промывание и др.). Полученное вещество высушивается и взвешивается или выделяется из экстракта, перегоняется, *взвешивается*. Дается характеристика его внешнего вида.

Далее следует раздел «*Теоретический выход*», где дается расчет выхода целевого продукта в соответствии с уравнением реакции и взятыми количествами исходных веществ. Это позволяет сделать расчет *практического выхода* продукта в процентах.

После этого вещество подвергают *очистке* – перекристаллизации или дополнительной перегонке (если это требуется).

*На стадии идентификации* описывают внешний вид очищенного продукта, определяют его физические константы (т.пл., т. кип, показатель преломления и др.) и соотносят их с литературными данными.

Завершается работа *выводом* и *ссылкой* на литературный источник, по которому проведена работа.

Лабораторный журнал с описанным экспериментом, с рассчитанными данными, результатами идентификации и с *полученным упакованным очищенным веществом* подают на оценку преподавателю. В процессе выполнения работы преподаватель оценивает грамотность действий студента на всех стадиях эксперимента, а по выходу вещества и степени его чистоты оценивает эксперимен-



тальное мастерство студента. Обсуждается описание эксперимента и результаты работы.

Работа засчитывается, если студент

-показал прочные глубокие знания теоретической части курса, к которой привязана выполняемая лабораторная работа,

-продемонстрировал грамотные экспериментальные умения,

-четко описал эксперимент, все стадии синтеза, сделал требуемые расчеты,

-получил целевое вещество в требуемом количестве и хорошей степени чистоты.

### **Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: к зачету и эк-замену**

К аттестации допускаются студенты, которые систематически в течение всего семестра посещали занятия, а также выполнили и отчитались по лабораторным работам, показав при этом уверенные знания.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе, а также рекомендованным для самостоятельного изучения.

### **Требования к представлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей учебной программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; самостоятельный разбор заданий и задач. Результаты самостоятельной работы представляются и оформляются в виде устных ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам, по выполнению лабораторной работы.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студента оценивается по его ответам и результатам выполненной лабораторной работы.

### **Критерии оценки лабораторной работы.**

Работа засчитывается, если студент:

-показал прочные глубокие знания теоретической части курса, к которой привязана выполняемая лабораторная работа,

-продемонстрировал грамотные экспериментальные умения,

-четко описал эксперимент, все стадии синтеза, сделал требуемые расчеты,

-получил и представил целевое вещество в требуемом количестве и хорошей степени чистоты.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
<p>РАЗДЕЛ 1. Введение. Тема 1. Введение в теорию высокомолекулярных соединений</p>	<p>Способностью использовать полученные знания теоретических основ при решении профессиональных задач (ОПК-1, ОПК-2).</p>	<p>Знает: Понятия, термины науки о полимерах, принципах классификации, особенности свойств полимеров различного типа. Умеет: идентифицировать и классифицировать полимеры по их химической формуле</p>	<p>Сдача задач (4) по модулю 1 (в соответствии с рейтинговой оценкой). Проверка готовности к лабораторной работе №1. Собеседование (УО- 1)</p>	<p>Сдача зачета и экзамена, вопросы №1 – 6</p>
<p>РАЗДЕЛ 2. Синтез высокомолекулярных соединений Тема 1. Основные принципы синтеза ВМС. Радикальная полимеризация Тема 2. Ионная полимеризация Тема 3. Ступенчатая полимеризация. Тема 4. Поликонденсация</p>	<p>Способностью проводить химический эксперимент, получением, исследованием химических веществ и реакций (ОПК-1, ОПК-2)</p>	<p>Знает: основные методы синтеза полимеров. Правила работы в химической лаборатории. Умеет: выбрать тип полимеризации, провести синтез в разных условиях, установить взаимосвязь параметров. Организовать химический эксперимент. Владеет: навыками проведения эксперимента по синтезу полимеров различными методами, навыками безопасной работы.</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе №1, Собеседование Проверка отчета по лабораторной работе №2,3. Собеседование (УО- 1)</p>	<p>Тестовый контроль (модуль 1) Сдача зачета и экзамена, вопросы № 7– 23</p>

<p>РАЗДЕЛ 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел. Тема 1. Структура макромолекул Тема 2. Растворы макромолекул</p>	<p>Способностью проводить химический эксперимент, получением, исследованием химических веществ и реакций (ОПК-1, ОПК-2)</p>	<p>Знает: структуры макромолекул, релаксационные состояния, особенности поведения полимерных тел в растворах. Нормы техники безопасности. Умеет: определить структуру макромолекул применить теорию растворов. Организовать химический эксперимент. Владеет: методами определения набухания, Растворения полимеров. Навыками безопасной работы.</p>	<p>Сдача задач (4) по модулю 11. Проверка отчетов по лабораторным работам Собеседование (УО-1)</p>	<p>Экзаменационные вопросы № 24-39</p>
<p>РАЗДЕЛ 4. Химические реакции ВМС Тема 1: Особенности реагирования полимеров. Тема 2: Реакции деструкции и сшивания. Тема 3. Интерполимерные реакции.</p>	<p>Владеет системой физико-химических понятий (ОПК-1, ОПК-2)</p>	<p>Знает: Методы повышения или понижения устойчивости полимеров Основные реакции сшивания. Умеет: оценивать вклад тех или иных взаимодействий Владеет: навыками проведения эксперимента по хим. реакциям полимеров, анализом и обобщением результатов.</p>	<p>Собеседование (УО-1) Проверка отчетов по лабораторным работам №</p>	<p>Тестовый контроль 3-ий модуль Экзаменационные вопросы № 40-50</p>

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения - М. 2013.- 602 р.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:693294&theme=FEFU>
2. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Введение в химию полимеров- М.-Краснодар-2012.-151р.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668970&theme=FEFU>
3. Виноградова С.В., Васнев В.А. Тенденции развития поликонденсации и конденсационных полимеров. Усп. Химии 2004, Т.73, С. 526-541  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:792260&theme=FEFU>
4. Шишонок, М.В. Высокомолекулярные соединения[Электронный ресурс] : учебник / М.В. Шишонок. - Минск: Высшая школа, 2012. - 535 с.: ил.- ISBN 978-985-06-1666-1.  
<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D0%B8&page=2#none>
5. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения[Электронный ресурс] : учебник/ В.И. Кленин, И.В.Федусенко.- Электрон. рес.- СПб.:Лань, 2013.- 509 р.Режим доступа: [http://e.lanbooks/element.php?p11\\_id=5842](http://e.lanbooks/element.php?p11_id=5842)

### б) дополнительная

1. Антонова-Антипова И.П., Ильина И.А. Химия и физика высокомолекулярных соединений: Учебное пособие, 2008.  
<http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html> Сайт химического факультета МГУ.
2. А.А. Тагер и др. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007. -576 с.
3. Платэ Н.А. Макромолекулярные реакции в расплавах и смесях полимеров /Н.А. Платэ, А.Д. Литманович, Я.В. Кудрявцев. М.: Наука, 2008.-380 р.

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины следует начинать с изучения рабочей учебной программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам. Обязательно следует учитывать рекомендации преподавателя, данные в ходе лекций. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью рекомендуемой основной литературы. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

### **1. Подготовка к лабораторным занятиям**

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Лабораторная работа №1. Кинетика радикальной полимеризации стирола**

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный

радикальной полимеризации. Обратит внимание на общие и специфические закономерности радикальной полимеризации, кинетику процесса.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику проведения радикальной полимеризации.

### **Лабораторная работа №2-3 и 4-5. Определение констант сополимеризации:**

#### **А) стирола и акриловой кислоты**

#### **Б) метилметакрилата и акриловой кислоты**

##### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный радикальной сополимеризации. Обратит внимание на механизмы реакций, лежащих в основе синтезов, кинетику процесса, основные типы сополимеризации.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации (см. ниже).

Изучить способы расчета констант сополимеризации методом Файнермана-Росса и определить тип сополимера.

### **Лабораторная работа №6. Эмульсионная полимеризация стирола**

##### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный эмульсионной полимеризации. Обратит внимание на некоторые закономерности процесса, лежащих в основе синтезов.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

Изучить кинетику эмульсионной полимеризации.

### **Лабораторная работа № 7. Катионная полимеризация стирола**

##### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный катионной полимеризации. Обратит внимание на общие и специфические закономерности, лежащие в основе катионной полимеризации, кинетику процесса.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику проведения и кинетику катионной полимеризации.

## **Лабораторная работа № 8-9. Получение тиокольного (полисульфидного) каучука**

### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный поликонденсации. Обратит внимание на механизмы реакций, лежащих в основе синтезов, кинетику поликонденсации.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

Изучить методику синтеза и схему реакции.

## **Лабораторная работа № 10. Поликонденсация лимонной кислоты и этиленгликоля**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный поликонденсации многофункциональных мономеров. Обратит внимание на образование сшитых полимеров, кинетику поликонденсации, побочные реакции.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

Изучить методику синтеза и схему реакции.

## **Лабораторная работа № 11. Получение поливинилформала**

### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный реакциям в цепях полимера. Обратит внимание на общие и специфические закономерности химических реакций полимеров

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику проведения реакций с участием полимера.

## **Лабораторная работа № 12. Определение содержания ацетальных групп в поливинилформале**

### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный реакциям в цепях полимера. Обратит внимание на общие и специфические закономерности химических реакций полимеров.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику определения содержания ацетальных групп в поливинилформале.

### **Лабораторная работа № 13. Окислительная деструкция поливинилового спирта иодной кислотой**

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный реакциям химической деструкции полимеров. Обратит внимание на общие и специфические закономерности реакций деструкции.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику окислительной деструкции с целью установления структуры.

### **Лабораторная работа № 14. Деполимеризация полиметилметакрилата**

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный реакциям деполимеризации. Обратит внимание на общие и специфические закономерности реакций термической деструкции.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику деполимеризации.

### **Лабораторная работа № 16. Сульфирование полистирола**

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный полимераналогичным реакциям полимеров. Обратит внимание на общие и специфические закономерности,

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику проведения реакции с целью получения полиэлектролита.

### **Лабораторная работа № 17. Метилцеллюлоза**

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный



полимераналогичным реакциям полимеров. Обратить внимание на общие и специфические закономерности,

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем пунктам, указанным в рекомендации.

-Изучить методику проведения реакции с целью получения растворимых продуктов целлюлозы.

### **Рекомендации по получению допуска к лабораторной работе по результатам собеседования (УО-1)**

Студент допускается к выполнению лабораторной работы только после получения разрешения (допуска) преподавателя. Собеседование ведется по 4 критериям.

1. *Теоретическая часть.* Студент должен знать, какой раздел теоретической части курса демонстрируется выполняемой лабораторной работой и какую практическую цель преследует данный синтез. При собеседовании требуется:

- ответить на вопросы по теоретической части курса,
- написать схему реакции, лежащей в основе синтеза,
- схемы образования побочных продуктов,
- расписать механизм основной и побочной реакции,
- указать условия, способствующие максимальному выходу целевого продукта,
- знать признаки окончания реакции.

2. Нарисовать *схему установки*, на которой будет проводиться синтез, и рассказать о грамотном использовании всех элементов установки.

3. Подробно рассказать *о ходе выполнения работы* с пояснением всех стадий: последовательности загрузки реагентов, растворителя, катализатора, температурном режиме, интенсивности перемешивания, признаках завершения реакции, стадии выделения продукта, о методе его очистки и идентификации.

4. Ответить на вопросы *по технике безопасной работы* с используемыми веществами.

### **Выполнение лабораторной работы**

Каждая лабораторная работа привязана к определенной теоретической части курса «Высокомолекулярные соединения» и призвана на практике продемонстрировать либо методы и условия синтеза полимеров, полимераналогичные превращения и различные виды деструкции.

Выполнение эксперимента сопровождается описанием всех стадий работы и обязательно *наблюдений в лабораторном журнале*.

Перед началом эксперимента в журнал записывают: дату, номер лабораторной работы, название, цель работы.

Приводится уравнение основной реакции.

Далее в разделе *Реагенты* называют реагирующие вещества и указывают их количества в граммах и молях.

Дается рисунок установки для синтеза.

После этого приступают к *выполнению синтеза*, параллельно фиксируя в журнале все происходящие изменения: температурного режима, гомогенности реакционной смеси, окраски и т.д., все то, что может показать, правильно или нет развивается реакция. Описание не должно копировать методику синтеза, это должно быть описание внимательного наблюдателя.

После завершения синтеза описывается *стадия выделения* (экстракция, фильтрование, промывание и др.). Полученное вещество высушивается и взвешивается. Дается характеристика его внешнего вида.

Далее следует раздел *«Теоретический выход»*, где дается расчет выхода целевого продукта в соответствии с уравнением реакции и взятыми количествами исходных веществ в молях. Это позволяет сделать расчет *практического выхода* продукта в процентах.

Завершается работа *выводом* и *ссылкой* на литературный источник, по которому проведена работа.

Лабораторный журнал с описанным экспериментом, с рассчитанными данными. В процессе выполнения работы преподаватель оценивает грамотность действий студента на всех стадиях эксперимента, а по выходу вещества и степени его чистоты оценивает экспериментальное мастерство студента. Обсуждается описание эксперимента и результаты работы.

### **Критерий оценки лабораторной работы**

*Оценивание подготовки к лабораторным занятиям и защита работы*

проводится по критериям:

- знание терминологии химии высокомолекулярных соединений;
- прочные знания теоретической части курса, к которой привязана выполняемая лабораторная работа;
- грамотное описание всех стадий синтеза;
- полнота и качество выполненных заданий;
- представление целевого продукта;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

## **Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: к зачету / экзамену**

К аттестации допускаются студенты,

- полностью выполнившие лабораторный практикум и отчитавшиеся по нему. При не выполнении хотя бы одной лабораторной работы студент не получает зачета и допуска к экзамену.

- которые систематически в течение всего семестра посещали и выполняли лабораторные работы, показав при этом уверенные знания.

Непосредственная подготовка к аттестации осуществляется по вопросам, представленным в рабочей учебной программе и рекомендованным для самостоятельного изучения.

По дисциплине также возможен рейтинг-контроль, система тестов по всем разделам курса и комплекты задач.

### **Задания к лабораторным работам**

#### **Задание на дом к лабораторным занятиям № 1-11**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовиться к собеседованию.

#### **Задание на дом по решению индивидуальных задач**

Задачи для самостоятельного решения приведены в методическом пособии. Решить задачи для самостоятельного решения из методического пособия:

Всего 12 задач с приведенными комментариями.

#### **Задание на дом для подготовки к тестовому контролю**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовиться к собеседованию.

### **Задачи для самостоятельного решения**

Задачи относятся к способам синтеза высокомолекулярных соединений из мономеров и представлены тремя блоками. Пособие содержит три блока (модуля); два из них относятся к полимеризации, третий – к поликонденсации. Каждый блок включает три раздела – по возрастающей трудности заданий. Выполнение заданий первого раздела достаточно для получения положительной оценки. Для получения более высокой оценки обязательно выполнение заданий второго и третьего разделов.

## Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

*Оценивание лабораторных работ* проводится по критериям:

Полнота и качество выполненных заданий;

Теоретическое обоснование полученного результата;

Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;

Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

### **V11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные аудитории. Лабораторные работы выполняются в типовой химической лаборатории органического синтеза, снабженной вытяжной системой, химической посудой, химическими реактивами, учебно-научным и научным оборудованием в соответствии с реализуемой учебной тематикой лаборатории.

Парты и стулья, экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150\* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305\*229, проектор BenQ MW 526 E

Шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III, прибор для определения точки плавления ПТП-М, Мешалка верхнеприводная ES-8300 в составе: штатив ES-2720 -1шт., зажим для штатива, 2 рефрактометра ИРФ-454 Б2 М, термостат жидкостный ЛАБ -ТЖ-ТС -01/16-150, 2 рефрактометра ИРФ-454 Б2 М

Шкаф для безопасного хранения ЛВЖ Justrite, модель 8923201, 3 шкафа вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III,

ИК спектрометр SpectrumBXII (PERKIN ELMER) – 1 шт.;

ИК\КР спектрометр BRUKER\Vertex 70 – 1 шт.;

спектрофотометр УФ\ВИД Cintra 5 – 1 шт.;

спектрофотометр УФ\ВИД Shimadzu 2550 – 1 шт.;

ИК микроскоп BRUKER Hyperion – 1 шт.; микрокалориметр DSC 60 SHIMADZU – 1 шт.;

дериwатограф DTG 60H SHIMADZY – 1 шт.;

порошковый рентгенофазовый дифрактометр ADVANCE D8 – 1 шт.; ЯМР-спектрометр BrukerAVANCEII 400 – 1 шт.;

Оборудование лаборатории молекулярного анализа: шкаф вытяжной для мытья посуды, шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III,

шкаф вытяжной для мытья посуды, столешница - TRESPA, 2 чаши размером 430\*380\*285, шкаф вытяжной для работы с ЛВЖ, столешница - FRIDURIT 20 (в комплекте) ЛАБ-PRO III, магнитная мешалка MR 30001 (Heidolph. Германия) с подогревом до 300 С, Мельница вертикальная планетарная TENCAN - 1шт.

Бидистиллятор - 1 шт. Весы технические - 1 шт., весы аналитические - 1 шт.  
 хроматомасс-спектрометр GC/MSAgilent 6890/5975B – 2 шт.;  
 хроматомасс-спектрометр HPLCAgilent 1200 MS/TOF 6210 – 1 шт.;  
 хроматомасс-спектрометр HPLC/MSHP 1000 – 1 шт.;  
 Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр Shimadzu DX800HS.-1шт.; ICPE 9000 эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой – 1 шт.;  
 водородный генератор Parker – 1 шт.  
 Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду:  
 Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт.  
 Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт.  
 Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

## V111.ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Паспорт

#### фонда оценочных средств

#### по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	Знает	Существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ.
	Умеет	Умеет использовать современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в химии полимеров.
	Владеет	Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач
<b>ОПК-2</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты	Знает	Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их.

экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Умеет	Анализировать и обобщать результаты эксперимента в различных условиях, устанавливать взаимосвязь кинетических параметров с молекулярной массой образующегося полимера.
	Владеет	Навыками обобщения результатов эксперимента по синтезу полимеров различными методами, приемами оценки кинетических параметров. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в химии полимеров.

Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
РАЗДЕЛ 1. Введение. Тема 1. Введение в теорию высокомолекулярных соединений	ОПК-1 ОПК-2	Знает: Понятия, термины науки о полимерах, принципах классификации, особенности свойств полимеров различного типа. Умеет: идентифицировать и классифицировать полимеры по их химической формуле	Сдача задач (4) по модулю 1 (в соответствии с рейтинговой оценкой). Проверка готовности к лабораторной работе №1. Собеседование (УО- 1)	Сдача зачета и экзамена, вопросы №1 – 6
РАЗДЕЛ 2. Синтез высокомолекулярных соединений Тема 1. Основные принципы синтеза ВМС. Радикальная полимеризация Тема 2. Ионная полимеризация Тема 3. Ступенчатая полимеризация. Тема 4. Поликонденсация		Знает: основные методы синтеза полимеров. Правила работы в химической лаборатории. Умеет: выбрать тип полимеризации, провести синтез в разных условиях, установить взаимосвязь параметров. Организовать химический эксперимент. Владеет: навыками проведения эксперимента по синтезу полимеров различными методами, навыками безопасной работы.	Проверка отчета по лабораторной работе №1, Собеседование Проверка отчета по лабораторной работе №2,3. Собеседование (УО- 1)	Тестовый контроль (модуль 1) Сдача зачета и экзамена, вопросы № 7– 23

<p>РАЗДЕЛ 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел. Тема 1. Структура макромолекул Тема 2. Растворы макромолекул</p>	<p>ОПК-2 ОПК-1</p>	<p>Знает: структуры макромолекул, релаксационные состояния, особенности поведения полимерных тел в растворах. Умеет: определить структуру макромолекул, применить теорию растворов. Владеет: методиками определения набухания, Растворения полимеров.</p>	<p>Сдача задач (4) по модулю 11. Проверка отчетов по лабораторным работам Собеседование (УО-1)</p>	<p>Экзаменационные вопросы № 24-39</p>
<p>РАЗДЕЛ 4. Химические реакции ВМС Тема 1: Особенности реагирования полимеров. Тема 2: Реакции деструкции и сшивания. Тема 3. Интерполимерные реакции.</p>	<p>ОПК-1 ОПК-2</p>	<p>Знает: Методы повышения или понижения устойчивости полимеров Основные реакции сшивания. Умеет: оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров Владеет: навыками проведения эксперимента по полимераналогичным превращениям</p>	<p>Собеседование (УО-1) Проверка отчетов по лабораторным работам</p>	<p>Тестовый контроль 3-ий модуль Экзаменационные вопросы № 40-48</p>

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

<p><b>Наименование категории (группы) универсальных компетенций</b></p>	<p><b>Код и наименование универсальной компетенции выпускника</b></p>	<p><b>Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции</b></p>
<p>Общепрофессиональные</p>	<p><b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и</p>

навыки	расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук <b>ОПК-1.2.</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук <b>ОПК-1.3.</b> Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач
	<b>ОПК-2.</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<b>ОПК-2.1.</b> Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их <b>ОПК-2.2.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

## **ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

**ОПК-1** - Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения

### **Отметка зачтено / «Отлично»**

Сформированы прочные и глубокие знания в области высокомолекулярных соединений. Умение объяснять сущность явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры. Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач. Уверенное владение умениями и навыками в области эксперимента. Логичность и последовательность ответа.

### **Отметка зачтено / «Хорошо»**



Сформированы прочные и глубокие знания в области высокомолекулярных соединений. Умение объяснять сущность явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры. Способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач. Уверенное владение умениями и навыками в области эксперимента. Логичность и последовательность ответа.

Однако допущены некоторые ошибки и неточности в ответе.

#### **Отметка зачтено /« Удовлетворительно»**

Неполные представления в области высокомолекулярных соединений. Неуверенная аргументация и теоретическое обоснование. Владение умениями и навыками в области эксперимента. Сформирована способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач.

Недостаточное владение изученным материалом.

#### **Отметка не зачтено /« Неудовлетворительно»**

Фрагментарные представления в области высокомолекулярных соединений. Неумение объяснять сущность явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры. Несформированы знания и навыки в изучаемой области. Неумение применить имеющиеся знания на практике.

**ОПК-2** - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

#### **Отметка зачтено / «Отлично»**

Сформированы прочные знания и навыки химического эксперимента в лаборатории, грамотное владение синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Уверенное владение умениями и навыками в данной области.

#### **Отметка зачтено /«Хорошо»**

Сформированы прочные знания и навыки химического эксперимента в лаборатории, грамотное владение синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Не достаточно уверенное, хотя и сформированное, владение умениями и навыками в данной области.

### **Отметка зачтено /« Удовлетворительно»**

Сформированы не полные знания и навыки химического эксперимента в лаборатории, испытывает затруднения при выполнении практических работ, не усвоены детали, допускает неточности в области владения синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Не достаточно сформированное владение умениями и навыками в данной области.

### **Отметка не зачтено /« Неудовлетворительно»**

Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы. Не может продолжить обучение без дополнительного занятия по соответствующей дисциплине.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

3. Зачет, экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы зачету и экзамену, образцы билетов.

#### **Вопросы для собеседования к лабораторным работам № 1-17**

1. Основное отличие цепных процессов образования макромолекул от ступенчатых процессов.
2. Перечислите основные количественные критерии оценки гибкости макромолекул.
3. Назовите возможные кинетические элементы в полимерах.
4. Что такое сегмент полимерной цепи?
5. Что такое термодинамическая гибкость?
6. Перечислите возможные структурные формы макромолекул.

7. Что такое коэффициент полидисперсности?
8. Назовите полимер по систематической номенклатуре, имеющий формулу составного повторяющегося звена:  $[-CO-C_6H_4-CO-NH(CH_2)_6-NH-]_n$ ,
9. Перечислите основные стадии цепных процессов образования макромолекул.
10. Назовите основные условия «живущей» цепной полимеризации.
11. Какая существует взаимосвязь активностей мономера и радикала на его основе?
12. Назовите основные методы иницирования радикальной полимеризации.
13. Какова величина энергии активации при фотохимическом иницировании?
14. Что такое инифертер?
15. Напишите уравнение скорости радикальной полимеризации в массе.
16. Какие факторы влияют на длину образующихся макромолекул при радикальной полимеризации в массе?
17. Перечислите возможные реакции передачи цепи при радикальной полимеризации.
18. Что такое предельная температура полимеризации?
19. Чем отличается ингибитор полимеризации от замедлителя?
20. Какие виды частиц могут образоваться в системе при эмульсионной полимеризации?
21. Какова роль среды в ионной полимеризации? Перечислите возможные типы активных центров.
22. Напишите в общем виде уравнения скорости ионной полимеризации.
23. Приведите примеры основных типов анионных и катионных инициаторов ионной полимеризации.
24. Перечислите известные вам катализаторы ионно-координационной полимеризации.

25. Каково влияние размеров гетероциклов на их способность к ионной полимеризации.
26. Укажите отличительные особенности ионной полимеризации гетероциклов от полимеризации ненасыщенных мономеров.
27. Дайте определение констант относительной активности мономеров при сополимеризации.
28. Перечислите основные механизмы реакций ступенчатого роста макромолекул.
29. Напишите в общем виде константу равновесия реакции полиамидирования.
30. Назовите основные стадии поликонденсационного процесса.
31. Что такое вероятностный характер поликонденсации?
32. Напишите и поясните уравнение Карозерса.
33. Какие факторы влияют на молекулярную массу полимеров, синтезируемых равновесной поликонденсацией?
34. Перечислите возможные побочные реакции при поликонденсации.
35. Напишите уравнение ацидолиза (аминолиза) при синтезе полиэфиров (полиамидов) равновесной поликонденсацией.
36. Назовите разновидности твердофазной поликонденсации.
37. Назовите основные особенности твердофазной поликонденсации.
38. Перечислите основные особенности реакций, протекающих с участием полимеров.
39. Назовите возможные реакции деструкции макромолекул.
40. Перечислите известные вам типы реакций сшивания макромолекул.
41. Приведите примеры циклизации при полимераналогичных превращениях.
42. Перечислите основные особенности радиационно-химических превращений полимеров на примере полиэтилена.
43. Каковы основные стадии окислительных превращений полимеров?

## Примеры задач для индивидуального решения

### РАДИКАЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

#### Раздел 1

**I.1.** Напишите механизмы полимеризации:

- А. Акрилонитрила в присутствии пероксида водорода;
- Б. Стирола в присутствии азобисизобутиронитрила (АИБН);
- В. Фотохимической полимеризации акриламида;
- Г. Метилметакрилата в присутствии бензоилпероксида;
- Д. Винилацетата в присутствии *трет*-бутилгидропероксида;
- Е. Электрохимической полимеризации метилакрилата в присутствии ацетата натрия.

**I.2.** Какое из перечисленных соединений может являться инициатором радикальной полимеризации?:

- А. а). 2,2,5,5-Тетраметил-3,4-диоксагексан; б). 3,3,5,5-Тетраметил-2,4-диоксагексан; в) Диэтиленгликоль; г). Диметилловый эфир диэтиленгликоля.

Примечание: префиксы *окса-* и *оксо-* обозначают разные структурные фрагменты.

- Б. а). Этилацетат; б). Ацетат натрия; в). Дибутиловый эфир; г). Сульфат натрия.

- В. а). Фосфат натрия; б). Пирофосфат натрия; в). Перборат натрия; г). Гидросульфат натрия.

- Г. а).  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; б).  $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ;
- в).  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; г).  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

- Д. а). *пара*-Фенилендиамин; б). *пара*-Аминоазобензол; в). 4,4'-Диаминодифениламин; г). *мета*-Фенилендиамин.

*Напишите механизм иницирования радикальной полимеризации выбранным Вами инициатором.*

**I.3.** Какая из добавок может заметно снизить температуру полимеризации метилакрилата в присутствии пероксидного инициатора?:

- А. а). Хлорид цинка; б). Азобисизобутиронитрил (АИБН); в) N,N-Диметил-1-нафтиламин; г).  $\text{CCl}_4$ .

- Б. а).  $\text{CuSO}_4$ ; б).  $\text{TiCl}_4$ ; в).  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; г).  $\text{FeSO}_4$

- В. а).  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ ; б).  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ ; в).  $\text{FeCl}_3$ ; г).  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

*Напишите уравнения реакций, объясняющих снижение температуры иницирования в присутствии выбранных Вами добавок.*

**I.4.** При полимеризации мономера в присутствии 0,5 г. инициатора в реакционной смеси:

- А. Обнаружено 0,1г дифенила

- Б. Обнаружено 0,06 г 2,3-диметил-2,3-дицианобутана

**В.** Выделилось 25 мл этана.

Какой инициатор скорее всего использовался в каждом случае? Каков верхний предел эффективности каждого из инициаторов?

**I.5.** Определите:

**А.** Среднюю степень полимеризации полимера, если полимеризацию проводят в растворе; константа скорости роста цепи ( $k_p$ ) равна  $2 \cdot 10^3$  л/моль·сек, константа скорости обрыва цепи ( $k_o$ ) составляет  $5 \cdot 10^5$  л/моль·сек, концентрация мономера ( $[M]$ )  $-6 \cdot 10^{-2}$  моль/л, концентрация «живых цепей» ( $[R \cdot]$ )  $-2 \cdot 10^{-7}$  моль/л.

**Б.** Среднюю молекулярную массу полиметилметакрилата, если мономер – метилметакрилат – полимеризуют в блоке;  $k_p=0,8 \cdot 10^4$  л/моль·сек,  $k_o=4 \cdot 10^6$  л/моль·сек,  $[R \cdot]=10^{-7}$  моль/л.

**В.** Константу скорости обрыва цепи ( $k_o$ ), если средняя степень полимеризации полученного полимера ( $P$ ) составляет 1500,  $k_p=10^3$  л/моль·сек,  $[M]=0,2 \cdot 10^{-2}$  моль/л,  $[R \cdot]=3 \cdot 10^{-7}$  моль/л.

**Г.** Соотношение констант скоростей роста и обрыва цепи, если  $[M]=0,1$  моль/л,  $[R \cdot]=10^{-6}$  моль/л,  $P=1200$ .

**Д.** Концентрацию живых цепей ( $[R \cdot]$ ), если полимеризацию стирола вели в блоке,  $k_p=4 \cdot 10^3$  л/моль·сек,  $k_o=5 \cdot 10^5$  л/моль·сек,  $P=2000$ .

Во всех приведенных выше случаях считать, что обрыв цепей идет путем рекомбинации; реакции передачи цепи отсутствуют.

**I.6.** В одних и тех же условиях проведена радикальная полимеризация:

1. Стирола; 2. 1,1-Дицианоэтилена; 3.  $\alpha$ -Метилстирола; 4. Винилхлорида.

**А.** В каком случае следует ожидать *наибольшей* степени сочленения звеньев по типам «голова к голове» и «хвост к хвосту»?

**Б.** В каком случае следует ожидать *наименьшей* степени сочленения звеньев по типам «голова к голове» и «хвост к хвосту»?

**В.** В каком случае следует ожидать *наибольшей* степени передачи цепи на «мертвый» полимер?

**Г.** В каком случае следует ожидать *наименьшей* степени передачи цепи на «мертвый» полимер?

**Д.** В каком случае следует ожидать *наименьшей* степени обрыва цепи путем диспропорционирования?

**I.7.** Какое из приведенных ниже соединений является *регулятором* радикальной полимеризации?

**А.** а) Дифенилдисульфид; б) 1,4-Нафтохинон; в) Дифениловый эфир; г) 1,3,5-Трихлорбензол.

**Б.** а). Дипропилсульфид; б). Амид капроновой кислоты; в). Бензилмеркаптан; г). 2,6-Дитрет-бутилфенол.

**В.** а) *мета*-Дибромбензол; б) Бромтрихлорметан; в) Тетрахлорэтилен; г). 1,2,3-Трихлорпропан.

*Напишите уравнения реакций, подтверждающих регуляторную функцию выбранных Вами соединений.*

**I.8.** Какое из приведенных ниже соединений является *ингибитором* радикальной полимеризации?

**А.** а). Дифениловый эфир; б). 2,6-Дитрет-бутил-4-метилфенол; в). Дипропилдисульфид; г). Тетрахлорметан.

**Б.** а). Гидропероксид кумола (изопропилбензола); б). 1,4-Дихлорнафталин; в). 1,5-Динитронафталин; г). 1,4-Дигидроксинафталин.

**В.** а). 2,5-Диметилбензохинон; б). 1,3-Дигидроксибензол (резорцин); в). 1,6-Дигидроксинафталин; г). Дифенил.

*Напишите уравнения реакций, подтверждающих ингибиторную функцию выбранных Вами соединений.*

**I.9.** Какие из приведенных соединений могут использоваться для предотвращения самопроизвольной полимеризации мономеров при хранении?: а). 1,4-Нафтохинон; б). Гексахлорэтан; в). Октилмеркаптан; г). Дифенилпикрилгидразил  $(C_6H_5)_2N-N\cdot -C_6H_2(NO_2)_3$ .

константы сополимеризации имеют значение 0,7 и 0,3. Рассчитайте значения констант сополимеризации 2-хлорбутадиена с этилакрилатом в этих условиях. (Необязательно вычислять конкретные значения; достаточно привести схему расчета).

## Раздел 2

**I.33.** Определить эффективность инициатора (АИБН), если при полимеризации в присутствии 0,01 моль этого инициатора получен полимер, содержащий на концах макромолекул 0,012 «моль» осколков инициатора, а степень превращения инициатора составляет 70%.

[ Термин «моль» по отношению к осколку может показаться некорректным – имеется в виду количество осколков R, соответствующее определенному числу молей соответствующего этому фрагменту соединения R-H].

**I.34. А.** Мономеры: 1. Винилхлорид; 2. Метилметакрилат - полимеризуют в присутствии: а). Бензоилпероксид; б).  $HOON - Fe^{2+}$ . В каком из случаев: 1а,1б, 2а, 2б – образующийся полимер содержит наименьшее количество концевых связей  $C=C$  ?

**Б.** Мономеры: 1.  $\alpha$ -Метилстирол; 2. Акрилонитрил - полимеризуют в присутствии: а). Бензоилпероксида + N,N-диметил-1-нафтиламин. 2. АИБН. В каком из случаев: 1а,1б, 2а, 2б – образующийся полимер содержит наименьшее количество концевых связей  $C=C$  ?

**I.35.** При полимеризации винильного мономера образуется некоторое количество сочетаний звеньев по типам «голова к голове» и «хвост к хвосту». Каким образом можно уменьшить число этих нежелательных сочетаний? Какие добавки в систему могут привести к желаемому результату? При использовании каких инициаторов – пероксидных или АИБН – это проще сделать?

**I.36.** Какие требования должны быть выполнены, чтобы в макромолекуле полимера, полученного путём радикальной полимеризации *все* звенья соединились только по типу «голова к хвосту»? Оцените степень реальности такого варианта.

**I.37.** При полимеризации винильного мономера получен полимер, содержащий один осколок инициатора на 2000 мономерных звеньев; его средняя степень полимеризации равна 2800. Для какого из приведенных ниже полимеров наиболее подходят эти данные?: а). Полиэтилен; б). Поливинилхлорид; в). Поливинилоацетат; г). Поли- $\alpha$ -метилстирол. (считается, что реакции передачи цепи здесь не имеют места.

**I.38. А.** При полимеризации винилхлорида получен полимер, часть макромолекул которого содержит на обоих концах *трет*-бутоксигруппы. Написать реакции, ведущие к образованию таких макромолекул.

**Б.** В каком случае при полимеризации винилацетата могут образовываться макромолекулы, содержащие на обоих концах группы ОН? Написать реакции, ведущие к образованию таких макромолекул.

**I.39. А.** В одних и тех же условиях проводят полимеризацию: а). Винилацетата; б). Метилакрилата; в). Метилметакрилата; г). Винилиденхлорида (1,1-дихлорэтилена). В каком случае следует ожидать наибольшего числа разветвлений в макромолекулах полимера при достаточно больших глубинах полимеризации?

**Б.** Два мономера: 1. А-Метилстирол; 2. Метилакрилат – полимеризуют по радикальному механизму: а). В растворе; б). В блоке. В каком из случаев: 1а, 1б, 2а, 2б – образующийся полимер содержит наибольшее число разветвлений при достаточно больших глубинах полимеризации?

### Раздел 3

**I.62.** Рассчитать эффективность инициатора ( $f$ ), если при полимеризации 10г мономера в присутствии 0,1г АИБН образуется полимер с молекулярной массой 30000. При этом считать, что израсходованы весь инициатор и весь мономер; обрыв цепей идет только путем рекомбинации; реакции передачи цепи не идут.

**I.63.** Найти среднюю молекулярную массу полимера, полученного при полимеризации 10 г мономера в присутствии 0,1 г бензоилпероксида, если в ходе процесса израсходовано 85% мономера и 20% инициатора при эффективности инициирования 0,6. Обрыв цепей – только путем рекомбинации, реакции передачи цепи не идут.

**I.64.** В ИК спектре поливинилхлорида обнаружено очень малоинтенсивное



поглощение при  $1380$  и  $1570 \text{ см}^{-1}$  ( $\text{NO}_2$ ) и  $1740 \text{ см}^{-1}$ . В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  этого полимера обнаружены два также малоинтенсивных сигнала в виде дублетов в интервале химических сдвигов  $7,5$ - $8,2$  м.д.

Какое соединение использовалось в качестве инициатора при получении этого полимера? (Считать, что полимеризация инициируется радикалами, непосредственно образующимися из инициатора, без их предварительной фрагментации).

**I.65.** Сколько радикалов, возникших из инициатора, войдет в состав полимера при полимеризации в блоке  $0,5$  л мономера с инициатором – смесью бензоилпероксида и диметиланилина, если эффективность инициирования  $f=0,4$ , а содержание пероксида и амина – по  $0,08$  моль/л; степень превращения инициатора составляет  $60\%$ ?

**I.66.** При полимеризации в присутствии инициатора диазоаминобензола ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-N=N-C}_6\text{H}_5$ )  $0,015$  моль стирола (степень конверсии мономера  $70\%$ ) получен полимер, содержащий  $0,1\%$  азота. Сколько непрореагировавшего инициатора осталось в реакционной смеси, если эффективность инициирования составляет  $0,7$ , а начальное содержание инициатора -  $5 \cdot 10^{-3}$  моль?

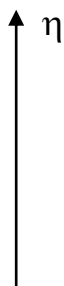
**I.67.** При полимеризации метилакрилата, проведенной до глубины  $3\%$ , средняя степень полимеризации продукта реакции составляет  $40$ . В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  полученного продукта имеются очень слабые сигналы протонов (1) в виде мультиплета в области  $7,2$ - $7,4$  м.д. и протонов (2) в виде триплета при  $2,5$  м.д. Соотношение интенсивностей сигналов протонов (1) и (2) равно  $5:2$ . При глубине процесса  $10\%$  средняя степень полимеризации составляет  $150$ .

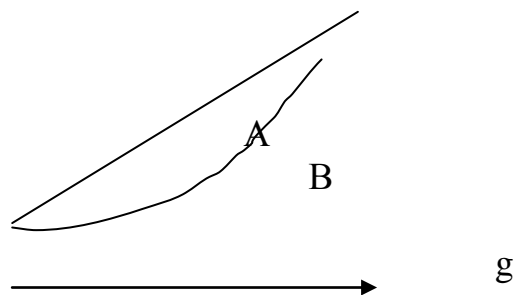
Сделайте предположение о природе инициатора данной реакции и характере полимеризации в присутствии данного инициатора.

**I.68.** Из курса органической химии хорошо известно присоединение бромоводорода к алкенам «против правила Марковникова» в присутствии пероксидов. Почему при этом практически не образуется продукта полимеризации алкена (ведь пероксиды – инициаторы полимеризации алкенов)?

Если попытаться таким же образом присоединить к алкену  $\text{HCl}$ , то образуются продукты олигомеризации алкена. Объяснить и этот результат.

**I.69.** На приведенном ниже графике представлены зависимости вязкости системы ( $\eta$ ) от степени конверсии мономера ( $g$ ) при полимеризации одного и того же мономера *в растворе* в присутствии *разных* инициаторов (А и В) (зависимость представлена в упрощенном виде):





Объясните различие в поведении системы при использовании этих инициаторов (вспомните зависимость вязкости раствора от молекулярной массы полимера). К какому типу инициаторов относится инициатор В?

## II. ИОННАЯ И СТУПЕНЧАТАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ АСПЕКТЫ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

### Раздел 1

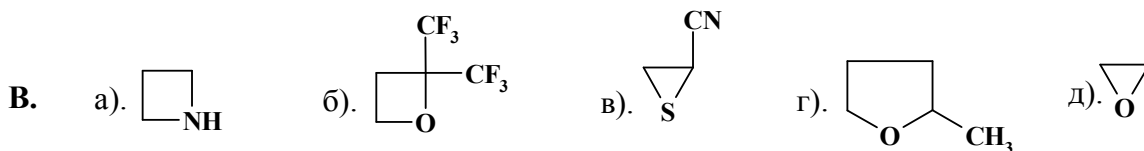
**II.1.** Написать механизмы полимеризации:

- А.** Стирола в присутствии амида калия в жидком аммиаке
- Б.** Бутилвинилового эфира в присутствии тетрахлорида титана (сокатализатор на Ваше усмотрение)
- В.** *para*-Метоксистирола в присутствии  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$
- Г.** *para*-Нитростирола в присутствии бутиллития
- Д.** Метилакрилата в присутствии натрий-нафталина
- Е.** Пропена в присутствии системы  $\text{Al}(\text{C}_3\text{H}_7)_3 - \text{ZrCl}_4$
- Ж.** Тетрагидрофурана в присутствии  $\text{SbCl}_5$
- З.** Метилоксирана в присутствии амида натрия
- И.** Изопрена в присутствии бутиллития.

**II.2.** Какие из приведенных ниже мономеров имеют склонность к полимеризации по катионному, а какие – по анионному механизму?:

**А.** а). Акрилонитрил; б). Бутилвиниловый эфир; в). 2-Метилпропен (изобутилен); г) N-Винилпирролидин; д). 3.3.3-Трифторметилпропен.

**Б.** а). *para*-Этоксистирол; б). 2-(*para*-Нитрофенил)пропен; в). Метилвый эфир *para*-винилбензойной кислоты; г) 1-Диметиламино-4-винилнафталин; д). 1-Винил-3,4,5-триметилбензол



**II.3.** Из приведенных ниже мономеров выбрать один:

**А.** Имеющий склонность к катионной полимеризации:

а). 2-Метилбутен-1; б). Метилметакрилат; в). Винилиденцианид (1,1-дицианоэтен); г). Винилиденфторид (1,1-дифторэтен).

**Б.** Не имеющий склонности к катионной полимеризации:

а). *para*-Диэтиламиностирол; б). Винилбензиловый эфир в). Диэтиловый эфир метиленмалоновой кислоты; г). Гексен-1.

**В. Имеющий склонность к анионной полимеризации:**

а). Циклогексен; б). N-Винилпиперидин; в). Метилакрилат; г) 2,4-Динитростирола.

**Г. Не имеющий склонности к анионной полимеризации:**

а). Циклогептен; б). Этиленоксид (оксиран); в). Бутилакрилат; г). Нитроэтен.

**Д. Имеющий склонность к полимеризации с промежуточным образованием карбенов:**

а). Акрилонитрил; б). Пропилвиниловый эфир; в). Пропиленоксид (оксетан); г). Циклогептен.

**Е. Имеющий склонность к ступенчатой полимеризации:**

а). Бутилакрилат; б). 2-Метилоксиран; в). 1,4-Дивинилбензол; г). 4,4'-Диаминодифенил (бензидин).

**Ж. Не имеющий склонности к ступенчатой полимеризации:**

а). Капролактама; б) 3-Этилокетан; г). Пропиолактон; г). Винацетат.

**II.4.** Какое соединение, ингибирующее радикальную полимеризацию, служит мономером в ступенчатой сополимеризации? Написать уравнение реакции сополимеризации.

**II.5.** Какое из приведенных ниже соединений может служить мономером в ступенчатой сополимеризации?:

**А.** а). Стирола; б). 2-Винилпиперидин; в). Метиленбис-N,N-малеинимид; г). Гептадиен-1,6.

**Б.** а). *para*- Дивинилбензол; б). *meta*-Фенилендиизоцианат; в). Диметилфталат; г). *meta*-Диметиламиностирола.

**II.6.** Какие из приведенных соединений используют для катализа анионной, а какие – катионной полимеризации (включая ион-радикальные процессы)?:

а). Хлорид цинка; б). Трипропилалюминий; в). Хлорид железа (III); г). КОН; д) Амид калия.

**II.7.** Из приведенных ниже катализаторов выбрать один, который используется для проведения:

**А. Катионной полимеризации:**

а).  $C_4H_9Li$ ; б).  $NaOH$ ; в).  $Al(C_2H_5)_3$ ; г).  $SnCl_4$ .

**Б. Анионной полимеризации:**

а).  $Li$ ; б).  $BF_3$ ; в).  $H_2SO_4$ ; г).  $FeCl_3$ .

**II.8.** Приведите пример соединения, которое “в паре” с разными партнерами может служить катализатором и катионной и анионно-координационной

полимеризации.

**П.9.** При использовании какого катализатора при полимеризации винильного мономера цепь может расти с двух концов?:

**А.** а). Амид натрия; б). Хлорид алюминия; в) Бутиллитий; г). Трифенилметилперхлорат.

**Б.** а).  $\text{Al}(\text{Et})_3 - \text{TiCl}_4$ ; б).  $\text{Na}$  – нафталин; в).  $\text{TiCl}_4 - \text{HCl}$ ; г).  $\text{Al}(\text{Et})_3 - \text{WCl}_6$

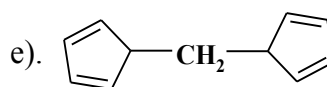
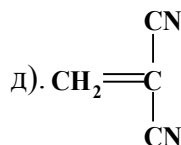
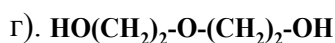
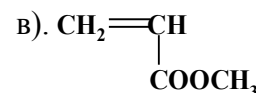
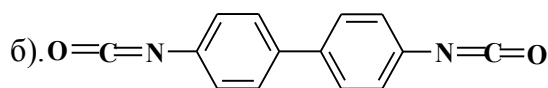
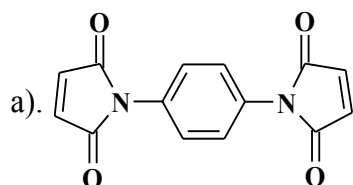
**В.** а).  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ; б).  $\text{SbCl}_5$ ; в).  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; г).  $\text{BF}_3$

**Г.** а) Бутиллитий; б). Литий; в). Амид калия; г). Тетрахлорид титана.

**П.10.** Для полимеризации каких из перечисленных ниже мономеров можно использовать  $\text{FeCl}_3$ , а для каких – натрий-нафталин?:

а). Акрилонитрил; б) Бутилвиниловый эфир; в). *para*-Метоксистирол; г). Винилиденфторид (1,1-дифторэтен); д). *para* – Нитростирол.

**П.11.** Из приведенных ниже соединений выберите *пары*, подходящие для сополимеризации: 1.Ионной; 2. Ступенчатой:



### Раздел 3

**П.61.** Полимер, полученный путем ионной полимеризации, содержит 61,5% углерода, 2,6% водорода и 35,9% азота. Какую структуру можно предположить для данного полимера? Каким образом можно доказать эту структуру? Какой тип ионной полимеризации – катионная или анионная – более приемлем для получения этого полимера?

**П.62.** Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  образца *полистирола* показал, что в нем содержится небольшое количество групп  $\text{CH}_2$ , связанных с бензольным ядром (одна группа  $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$  примерно на 20 групп  $\text{CHC}_6\text{H}_5$ ). Средняя степень полимеризации стирола  $P=200$ . По какому механизму полимеризовали стирол и как возникли группы  $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ ?

**П.63.** Раствор 0,41 г неизвестного полимера присоединяет 0,8г брома. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  этого полимера показывает наличие только групп  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}=\text{}$ . Каково строение этого полимера, из какого мономера его можно получить путем полимеризации и каким образом можно осуществить полимеризацию?

**П.64.** Неизвестный полимер содержит 48,6% углерода, 8,2% водорода и

43,2% серы. По данным спектра ЯМР  $^1\text{H}$  он содержит фрагменты  $\text{CH}_2\text{-S}$ ,  $\text{CH-S}$  и  $\text{CH}_3\text{-CH}$ . Каково строение этого полимера, из какого мономера его можно получить путем полимеризации и каким образом можно осуществить полимеризацию?

**II.65.** Сополимер получен из двух мономеров, имеющих *одинаковый состав*. Сополимер содержит 55,8% углерода, 7,0% водорода, остальное – кислород. Спектр ПМР содержит сигналы групп  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}$  и *два* синглетных сигнала групп  $\text{CH}_3$ . В ИК спектре имеется уширенная полоса поглощения в области  $1740\text{ см}^{-1}$ . Из каких мономеров получен этот сополимер? Какой тип ионной сополимеризации (катионная или анионная) здесь предпочтителен? Какой набор констант сополимеризации можно прогнозировать для этой пары (обе больше единицы, обе меньше единицы, одна больше, другая меньше единицы)?

**II.66.** Как можно было бы получить полимер формулы  $(-\text{CO}-\text{CH}_2\text{-R}^1\text{-CH}_2\text{-CO-O-R}^2\text{-O-})_n$  путем *ступенчатой сополимеризации* двух мономеров? [задача во многом «бумажная»: реально полимеры такого типа получают путем *поликонденсации*).

**II.67.**  $\alpha$ -Метилстирол полимеризуют в присутствии пероксида водорода при одной и той же температуре с одним и тем же инициатором, взятым в одинаковом соотношении к мономеру: а) в эмульсии; б) в растворе; в) в суспензии; г) в блоке. Образующийся полимер растворим как в растворителе, так и в мономере. В каком случае мономер будет содержать *наименьшее* количество концевых связей  $\text{C}=\text{C}$  и почему?

### III. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ

#### Раздел 1

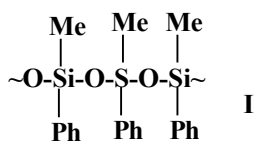
**III.1.** Какой из приведенных мономеров используют как в ступенчатой полимеризации, так и в поликонденсации?

**А.** 1) Стирол; 2) 1,3-Пропандиол; 3) Бутадиен-1,3; 4) Этиленоксид.

**Б.** 1) 1,4-Фенилендиизоцианат; 2) Акрилонитрил; 3) Пропен; 4) Этилендиамин.

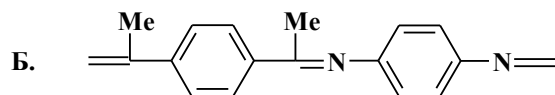
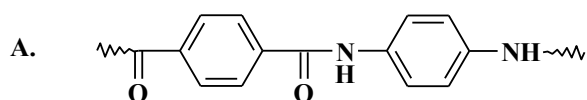
Написать уравнения соответствующих реакций (и полимеризации и поликонденсации)

**III.2.** Из какого *стабильного* мономера и как можно получить полимер



строения I?

**III.3.** Из каких мономеров получен полимер приведенного ниже строения ?



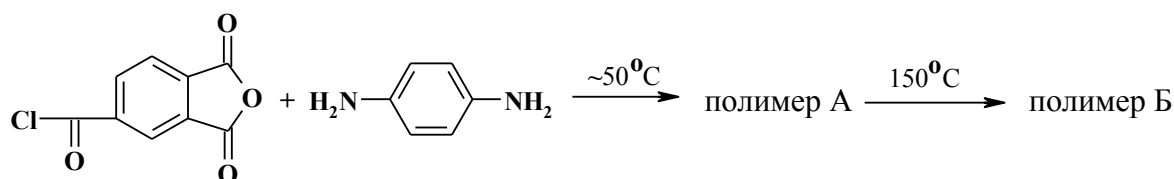
**III.4.** Какая реакция будет протекать, если смешать *при комнатной температуре и без добавления катализатора* следующие соединения:

- 1)  $\text{Cl}(\text{CH}_2)_8\text{Cl}$ ;      2)  $\text{Cl}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8\text{CO}-\text{Cl}$ ;      3)  $\text{HO}(\text{CH}_2)_6\text{OH}$ ;      4)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$ ?

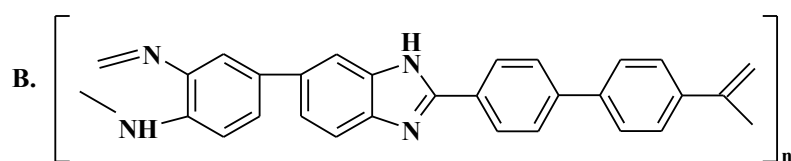
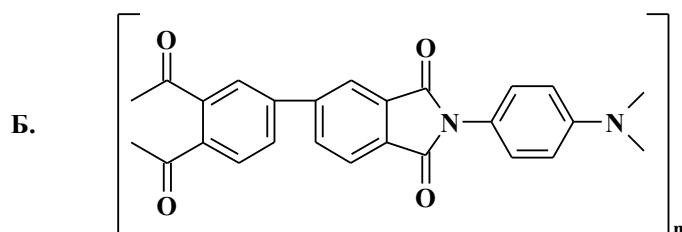
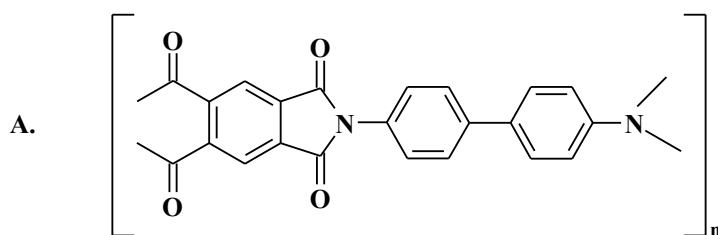
**III.5.** Предложите реакцию поликонденсации, где в качестве мономера используется углеводород.

**III.6.** Написать реакцию поликонденсации *мета*-дигидроксибензола (резорцина) с формальдегидом.

**III.7.** Написать следующие реакции:



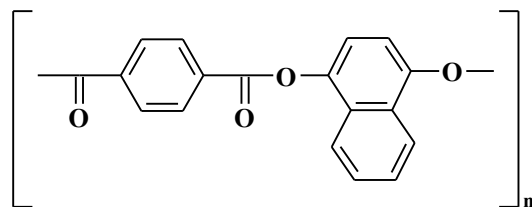
**III.8.** Из каких двух мономеров получен приведенный ниже полимер?



**III.9.** Предложить синтез приведенного ниже полимера по реакциям *равновесной* и *неравновесной* поликонденсации.



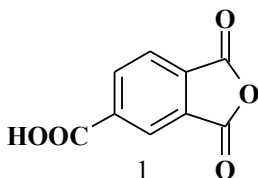
**III.10.** Какие мономеры следует использовать для получения приведенного ниже полимера методом *межфазной поликонденсации*?



## Раздел 2

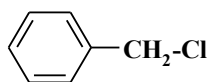
**III.34.** Написать реакции взаимодействия мономеров  $\text{CH}_3\text{CO(CH}_2\text{)}_n\text{COCH}_3$  и  $\text{H}_2\text{N(CH}_2\text{)}_8\text{NH}_2$ , где  $n = 2, 3, 4, 5$ . В каких случаях поликонденсация затруднена?

**III.35.** Полиэфироимиды, используемые для получения лаков и эмалей, получают с использованием трех мономеров: тримеллитового ангидрида (1), *para*-фенилендамина и гликоля  $\text{HO—R—OH}$ .



Написать схему синтеза полиэфироимида.

**III.36.** Бензилгалогениды  $\text{ArCH}_2\text{—Hal}$  ( $\text{Hal} = \text{Cl, Br}$ , чаще всего  $\text{F}$ ;  $\text{Ar}$  – в



простейшем случае – фенил), например:

в присутствии катализаторов подвергаются гомополиконденсации с образованием *полибензолов*. Какого типа катализаторы здесь используются? Как идет поликонденсация?

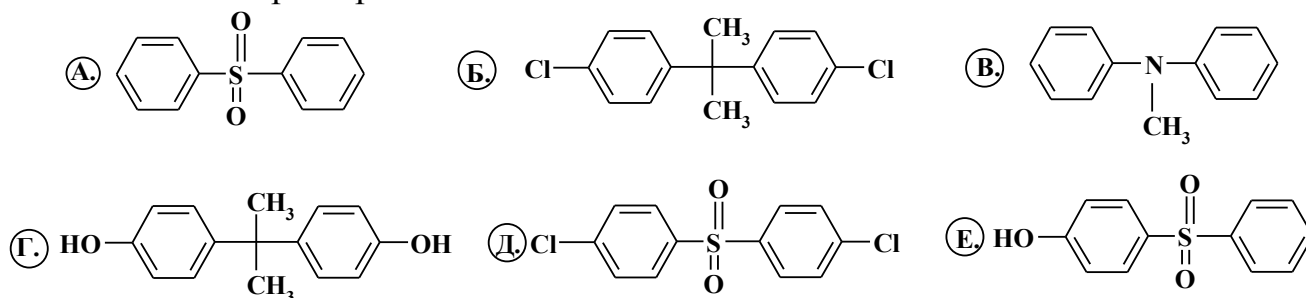
**III.37.** Привести теоретически возможные примеры использования для получения высокомолекулярных соединений методом поликонденсации:

А. Реакций альдольно-кетоновой конденсации

Б. Реакций алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу.

**III.38.** Какие из приведенных ниже соединений являются хорошими

мономерами в реакциях поликонденсации, а для каких использование в качестве мономеров проблематично?



**III.39.** Какую массу имеет фракция полимера с интервалом молекулярных масс 10000-15000 при поликонденсации ) 0,1 моль адипиновой кислоты  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  и 0,1 моль гексаметилендиамина  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  и глубине реакции 0,98 ? (можно ограничиться приведением полной схемы расчета).

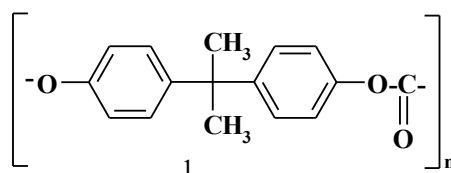
**III.40.** Полимеры, имеющие строение: 1)  $[-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CO}-]_n$ ; 2)  $[-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{O}-]_n$ ; 3)  $[-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{NH}(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-]_n$ , получены путем *неравновесной* поликонденсации. В каком случае и почему производство полимера требует особых мер предосторожности?

### Раздел 3

**III.55.** Как известно, сырьевой базой для органического синтеза, в том числе и для синтеза высокомолекулярных соединений, являются углеводороды простого строения, получаемые из нефти. Каким образом можно синтезировать:

А. Поли*пара*-фенилентерифталамид, исходя из бензола и *пара*-ксилола (в принципе можно даже из одного *пара*-ксилола; хотя это и нерентабельно, но вспомнить органику полезно);

Б. Поликарбонат структуры 1,



исходя из бензола, пропина, а также неорганических соединений (в частности, СО) ?

В. Полиамид, известный под маркой *найлон 6,6*:



из бутадиена-1,3

**III.56.** В спектре ПМР полимера содержатся только сигналы в области 7,2-7,5 м.д. В спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  этого полимера наряду с сигналами в области



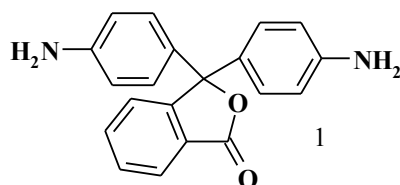
128-130 м.д. имеется сигнал четвертичного атома углерода при 70 м.д. Предложить структуру, удовлетворяющую этим условиям и путь синтеза этого полимера (задача имеет не одно решение).

**III.57.** Для изготовления электроизоляционных пленок используют полимеры, называемые *полигидантоинами*. Для их получения применяют двухстадийный синтез:

1. Взаимодействие бис-глицидиловых эфиров  $\text{ROOC-CH}_2\text{-NH-R}^1\text{-NH-CH}_2\text{-COOR}$  с ди-изоцианатами; 2) Циклизация полученного полимера с выделением спирта  $\text{ROH}$ .

Написать реакции синтеза полигидантоинов. Вполне ли корректно называть процессы получения этих полимеров поликонденсацией?

**III.58.** Для получения одной из разновидностей термостойких полимеров



– так называемых «кардовых» полиимидов используют мономер формулы 1:

Из каких доступных соединений получен этот мономер? Какого типа второй мономер вводят с ним в реакцию поликонденсации для получения «кардового» полиимида?

**III.59.** Неизвестный полимер содержит 82,4% углерода, 9,8% водорода, остальное – кислород. В спектре ЯМР  $^1\text{H}$  – один *синглет* алифатических протонов при 0,9 м.д. и один *синглет* ароматических протонов при 7,0 м.д.; соотношение интенсивностей сигналов алифатических и ароматических протонов составляет 9:1. Какова структура полимера и как его получают?

**III.60.** Неизвестный полимер содержит 58,5% углерода, 7,3% водорода, 34,2% азота.

В его спектре ЯМР  $^1\text{H}$  имеется только один сигнал – в виде *синглета* при 2,1 м.д.

Какую структуру имеет полимер и как можно его получить?

### Вопросы для подготовки к экзамену (зачёту)

по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

1. Общие представления о высокомолекулярных соединениях.

Специфические свойства высокомолекулярных соединений.

2. Классификация и номенклатура линейных высокомолекулярных соединений.
3. Молекулярно-массовые характеристики. Средние значения молекулярной массы. Практическая значимость молекулярно-массовых характеристик.
4. Конфигурация макромолекулы. Конфигурационные уровни макромолекул с центрами R,S -изомерии и центрами  $\pi$ - диастереомерии. Влияние конфигурации на структуру и свойства соединений.
5. Конформация макромолекулы. Конформационные уровни.
6. Понятие о гибкости макромолекулы и термодинамическом сегменте. Факторы, определяющие термодинамическую гибкость.
7. Классификация процессов цепной полимеризации. Основные критерии классификации. Радикальная и ионная полимеризации. Гомо- и сополимеризация. Типы цепной полимеризации по способу проведения процесса.
8. Реакционная способность мономеров и радикалов. Основные факторы, определяющие способность мономеров в процессах цепной полимеризации.
9. Радикальная полимеризация. Элементарные стадии радикальной полимеризации.
10. Элементарные реакции радикальной полимеризации винилхлорида.
11. Передача цепи – стадия цепной полимеризации. Передатчики цепи: растворитель, мономер, полимер, инициатор, регулятор молекулярной массы. Примеры.
12. Кинетика радикальной полимеризации. Скорость радикальной полимеризации, среднечисловая степень полимеризации, длина кинетической цепи.
13. Сравнение ионной и радикальной полимеризации. Мономеры катионной полимеризации, катализаторы катионной полимеризации.
14. Элементарные стадии катионной полимеризации.
15. Кинетика катионной полимеризации. Скорость катионной

- полимеризации, среднечисловая степень полимеризации.
16. Сравнение катионной и анионной полимеризации. Мономеры анионной полимеризации, катализаторы анионной полимеризации.
  17. Элементарные стадии анионной полимеризации.
  18. «Живая» полимеризация – полимеризация по механизму «живых цепей».
  19. Кинетика анионной полимеризации. Скорость анионной полимеризации, среднечисловая степень полимеризации.
  20. Стереоспецифическая полимеризация на катализаторах Циглера-Натта
  21. Поликонденсация. Исходные реагенты. Классификация процессов поликонденсации. Примеры гомополиконденсации, гетерополиконденсации и сополиконденсации.
  22. Примеры линейной, трехмерной и полициклоконденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация.
  23. Кинетика поликонденсации. Скорость и степень завершенности. Уравнение Карозерса. Среднечисловая степень полимеризации при равновесной поликонденсации.
  24. Надмолекулярная структура. Структура аморфных тел.
  25. Условия кристаллизации высокомолекулярных соединений.
  26. Структура кристаллических тел. Структурная неоднородность.
  27. Релаксационные состояния. Термомеханическая кривая.
  28. Характеристика стеклообразного состояния. Температура стеклования как критерий деления полимеров на пластомеры и эластомеры.
  29. Высокоэластическое состояние. Практическое значение.
  30. Вязкотекучее состояние. Практическое значение.
  31. Кинетический сегмент. Определение молекулярной массы кинетического сегмента термомеханическим методом. Факторы, определяющие кинетическую гибкость.
  32. Набухание. Классификация процессов набухания. Факторы, определяющие тип, скорость и степень набухания. Практическая значимость набухания.

33. Растворение и особенности истинных растворов высокомолекулярных соединений. Термодинамическая устойчивость растворов.

34. Ограниченная растворимость. Кристаллический и жидкостной тип разделения фаз. Фазовые диаграммы. Практическая значимость фазового разделения.

35. Термодинамическая теория растворов. Энтропия и энтальпия смешения.

36. Уравнение состояния высокомолекулярного соединения в растворе. Мера термодинамического сродства растворителя к высокомолекулярному соединению.

37.  $\Theta$ - условия, температура, растворитель. Коэффициент набухания. Определение молекулярной массы термодинамического сегмента по закону Вант-Гоффа.

38. Вязкость растворов. Гидродинамические свойства макромолекул в разбавленных растворах.

39. Особенности гидродинамических свойств полиэлектролитов.

Полиэлектролитное набухание. Изоэлектрическая точка.

40. Фракционирование полимеров. Способы проведения.

41. Специфическое реагирования высокомолекулярных соединений – конформационные и конфигурационные эффекты. Эффект соседа. Анхимерное ускорение.

42. Полимераналогичные реакции. Реакции природных соединений. Алкилирование, О-алкилирование, окисление целлюлозы.

43. Полимераналогичные превращения. Химические реакции синтетических соединений.

44. Циклизация при полимераналогичных превращениях.

45. Реакции с уменьшением степени полимеризации. Термическая деструкция. Механизм термической деструкции. Деполимеризация.

46. Фотохимическая и радиационная деструкции.

47. Превращения полимеров при нагревании, окислении и действии излучений.

48. Химическая деструкция (без участия кислорода) природных и

синтетических полимеров.

49. Механическая, механохимическая деструкция. Использование химических реакций полимеров для синтеза блок- и привитых сополимеров.

50. Реакции с увеличением степени полимеризации. Сшивание: вулканизация, отверждение.

## **Образцы экзаменационных билетов**

### **Экзаменационный билет № 1**

**1. Полимераналогичные реакции. Реакции природных и синтетических полимеров.**

**2. Релаксационные состояния аморфных полимеров.**

**3. Задача:**

При полимеризации мономера в присутствии 0,5 г. инициатора в реакционной смеси:

**А.** Обнаружено 0,1г дифенила

**Б.** Обнаружено 0,06 г 2,3-диметил-2,3-дицианобутана

**В.** Выделилось 25 мл этана.

Какой инициатор скорее всего использовался в каждом случае?

### **Экзаменационный билет № 2**

**1. Общие представления о высокомолекулярных соединениях. Специфические свойства высокомолекулярных соединений.**

**2. Фазовые равновесия в растворах. Практическая значимость фазового разделения.**

**3. Задача:**

Малеиновый ангидрид не полимеризуется сам, но образует сополимер с акрилонитрилом. Приведите уравнение полимеризации. Для этой пары  $r_1=6,0$  при  $60^\circ$ . Чему равна  $r_2$ ?

## **III. Письменные работы – тестирование**

### **IV.**

1. Тест-1 Синтез высокомолекулярных соединений - Фонд тестовых заданий.

2. Тест-2 Физические свойства высокомолекулярных соединений - Фонд тестовых заданий.

3. Тест-3 Химические свойства высокомолекулярных соединений - Фонд тестовых заданий.

**Примеры тестовых заданий по  
основным модулям дисциплины**



- 2) регулятор
- 3) ингибитор
- 4) не участвует в полимеризации

- Б) 1,4-дигидроксинафталин
- В) бензилхлорид
- Г) фосфат натрия
- Д) персульфат калия
- Е) додецилмеркаптан
- Ж) тетрабромметан

ОТВЕТЫ 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_

### Установите правильную последовательность

**10. УМЕНЬШЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ПРОЦЕССА, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ**

- 1) поликонденсация диметилтерефталата и этиленгликоля
- 2) поликонденсация лимонной кислоты и этиленгликоля
- 3) поликонденсация лимонной кислоты и глицерина

## ***Особенности физикохимии – модуль 2***

### **Тест-вариант 1**

**1. Наибольшие силы внутри и межмолекулярного взаимодействия характерны для:**

- 1) полибутадиена 2) поливинилового спирта 3) полиакрилонитрила 4) поливинилхлорида

**2. ВЕЛИЧИНА СЕГМЕНТА ПОЛИМЕРНОЙ ЦЕПИ НЕ ЗАВИСИТ ОТ**

- 1) молекулярной массы 2) температуры 3) растворителя

**3. ФИБРИЛЛЯРНЫЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СТРУКТУРЫ НЕ ОБРАЗУЮТСЯ В СЛУЧАЕ**

- 1) гибкоцепных полимеров в отсутствие нагрузки
- 2) гибкоцепных полимеров при действии нагрузки
- 3) жесткоцепных полимеров в отсутствие нагрузки
- 4) жесткоцепных полимеров при действии нагрузки

**4. ТЕМПЕРАТУРА СТЕКЛОВАНИЯ ПОЛИИЗОБУТИЛЕНА С МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССОЙ 50 000 ПО СРАВНЕНИЮ С ОБРАЗЦОМ ТОГО ЖЕ ПОЛИМЕРА С МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССОЙ 200 000**

- 1) ниже 2) выше 3) одинакова

**5. В ОДНИХ И ТЕХ ЖЕ УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРА ХРУПКОСТИ НАИБОЛЬШАЯ ДЛЯ**

- 1) полистирола 2) полиакрилонитрила 3) полибутадиена 4) поливинилхлорида

**6. НАИБОЛЕЕ ХОРОШО КРИСТАЛЛИЗУЕТСЯ**

- 1) поли- $\alpha$ -метилстирол 2) поликапролактан

- 1) полибутадиен 4) полиизопрен

**7. ПРИ РАСТВОРЕНИИ ПОЛИМЕРОВ ЭНТРОПИЯ СИСТЕМЫ**

- 1) всегда уменьшается
- 2) всегда увеличивается
- 3) не меняется
- 4) в большинстве случаев уменьшается
- 5) в большинстве случаев увеличивается
- 6) в большинстве случаев не меняется

**8. СТЕПЕНЬ СРОДСТВА РАСТВОРИТЕЛЯ И ПОЛИМЕРА ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ**

- 1) первым вириальным коэффициентом
- 2) вторым вириальным коэффициентом
- 3) обоими этими коэффициентами

**Установите правильную последовательность**

**9. ВОЗРАСТАНИЕ ГИБКОСТИ МАКРОМОЛЕКУЛ**

- 1) полиэтилен 2) полибутадиен 3) амилоза 4) полиакрилонитрил

**Установите соответствие**

**10. ВЛИЯНИЕ НА ГИБКОСТЬ  
МАКРОМОЛЕКУЛ**

**ФАКТОРЫ**

- 1) Увеличение гибкости  
2) Уменьшение гибкости

- А) Повышение температуры  
Б) Циклические структуры  
в основной цепи  
В) Боковые гидроксигруппы  
Г) Наличие ионных фрагментов  
Д) Включение двойных связей в систему простых связей основной цепи

ОТВЕТЫ 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_

***Химические свойства ВМС – модуль 3***

**Тест-вариант 1**

**1. *НАИБОЛЕЕ* СКЛОНЕН К ПОЛИМЕРАНАЛОГИЧНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЯМ**

- 1) поликапролактам 2) поливиниловый спирт  
3) полиизобутилен 4) полиэтилен

**2. ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ:**

- 1) полимераналогичные превращения  
2) реакции окислительной деструкции  
3) реакции гидролитической деструкции  
4) реакции концевых групп

**3. ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ *НАИБОЛЬШИЙ* ВЫХОД МОНОМЕРА НАБЛЮДАЕТСЯ ДЛЯ**

- 1) полиэтилена  
2) полипропилена  
3) полистирола  
4) полибутадиена

**4. *НАИБОЛЕЕ* УСТОЙЧИВ К ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ**

- 1) крахмал  
2) полиэтиленоксид  
3) полиэтилентерефталат  
4) поликапролактам

**5. ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ КАУЧУКА С ЦЕЛЬЮ ОБЛЕГЧЕНИЯ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ИСПОЛЬЗУЮТ ДЕСТРУКЦИЮ**

- 1) термическую  
2) фотохимическую  
3) радиационную  
4) механическую  
5) окислительную



**6. ПРИ ДЕЙСТВИИ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧЕЙ НА АМИЛОЗУ**

- 1) происходит полимераналогичное превращение
- 2) происходит гидролитическая деструкция
- 3) происходит окислительная деструкция
- 4) ничего не происходит

**7. ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЛОК-СОПОЛИМЕРА, СОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИЭФИРНЫЕ И ПОЛИАМИДНЫЕ БЛОКИ, ЦЕЛЕСООБРАЗНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ СХЕМУ**

- 1)  $\text{HO}\sim\sim\sim\text{O-CO}\sim\sim\sim\text{OH} + \text{HOOC}\text{-----CO-NH}\text{-----COOH}$
- 2)  $\text{H}_2\text{N}\sim\sim\sim\text{NH-CO}\sim\sim\sim\text{NH}_2 + \text{HOOC}\text{-----CO-O}\text{-----COOH}$
- 3)  $\text{H}_2\text{N}\sim\sim\sim\text{NH-CO}\sim\sim\sim\text{NH}_2 + \text{ClOC}\text{-----CO-O}\text{-----COCl}$
- 4)  $\text{HOOC}\sim\sim\sim\text{CO-O}\sim\sim\sim\text{COOH} + \text{ClOC}\text{-----CO-NH}\text{-----COCl}$

**Установите правильную последовательность**

**8. УВЕЛИЧЕНИЕ ЛЕГКОСТИ ПОЛИМЕРАНАЛОГИЧНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КИСЛОТ**

- 1) поливинилформаль
- 2) полиакриламид
- 3) полиметилметакрилат

**Установите соответствие**

**9. ВОЗМОЖНОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ**

- 1) Возможность полной деструкции
- 2) Частичная деструкция
- 3) Отсутствие деструкции

**ПРОЦЕСС**

- А) Действие рестриктаз на ДНК
- Б) Действие рестриктаз на клеточные стенки бактерий
- В) Действие растворов щелочей на крахмал
- Г) Действие растворов щелочей на белки
- Д) Действие топоизомераз на ДНК
- Е) Сплайсинг

ОТВЕТЫ 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

**10. Поливиниловый спирт – получение, важнейшие свойства.**