




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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП Химия

  
(подпись) А.А. Капустина  
«26» июня 2015г. (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой  
общей, неорганической и  
элементоорганической химии  
А.А. Капустина  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«26» июня 2015 г.

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

курс 4 семестр 7  
лекции 36 часов  
практические занятия \_\_\_\_\_ час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 36/пр. \_\_\_\_\_/лаб. 36 час.  
в том числе в электронной форме лек. \_\_\_\_\_/пр. \_\_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 108 час.  
в том числе с использованием МАО 72 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен  
зачет \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 № 210

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Органической химии ШЕН протокол № 11 от 15 июня 2015 г.

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

**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 к рабочей программе учебной дисциплины «Высокомолекулярные соединения»**

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» разработана для студентов 4 курса направления 04.03.01- Химия в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» разработана для студентов направления 04.03.01- Химия, профиль «Фундаментальная химия» в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению. Входит в базовую часть учебного плана: Б1.В.Б.19. Трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц (180) часов. Дисциплина включает 36 часов лекций, 72 часов лабораторных занятий и 72 часа самостоятельной работы, из них 36 часов - экзамен. Реализуется в 7 семестре.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Общая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика» и др. Знания, полученные в курсе «Высокомолекулярные соединения», используются при изучении общих дисциплин «Химические основы биологических процессов», «Химическая технология» и специальных дисциплин, например таких как «Органический синтез», «Стереохимия», «Механизмы органических реакций», «Токсикология», а также при подготовке дипломной работы.

**Цель преподавания курса** – познакомить студентов со спецификой полимерного состояния вещества, проанализировать сходство и отличия методов синтеза и свойств высокомолекулярных соединений с методами синтеза и свойствами низкомолекулярных (прежде всего органических) соединений, познакомить с физико-химическими свойствами полимеров.

**Задачи:** 1. 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.

2. 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 физико-химии полимеров.

3. 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 практическое использование химических реакций полимеров.

4. Обратить внимание на общие характеристики синтетических и биополимеров и на особенности синтеза и поведения биополимеров.

Для успешного освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

1. Знание основных законов и понятий органической химии.
2. Экспериментальные навыки по получению и исследованию химических соединений.

**Интерактивные формы** составляют 36 часов лекций / 36 час лабораторных занятий.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);	Знает	Основные понятия и термины науки о полимерах, принципы классификации и основные особенности свойств полимеров.
	Умеет	Идентифицировать полимеры по их химической формуле и пространственной форме, выбирать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера и оценивать точность ее определения.
	Владеет	Основами номенклатуры, классификации и методов синтеза полимеров при решении профессиональных задач.
Знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6)	Знает	Нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и лабораторным оборудованием. Возможные риски при работе с химическими веществами и эксплуатации лабораторного оборудования Правила поведения в опасных ситуациях.
	Умеет	Организовать химический эксперимент с минимизацией возможных рисков. Использовать имеющиеся средства предотвращения и ликвидации опасных ситуаций.
	Владеет	Навыками безопасной работы на лабораторном и технологическом оборудовании.
способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1)	Знает	стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств Основные методы исследования ВМС. Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации.
	Умеет	Оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров, вести исследование по предложенной тематике, верно

		определить приоритеты и стратегию исследования, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент.
	Владеет	Навыками проведения синтеза ВМС, выделения, идентификации полимеров по известной методике, используя стандартные операции.
владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК -7).	Знает	основные классы веществ, работа с которыми требует особой осторожности.
	Умеет	работать с опасными веществами, создавая безопасную обстановку для себя и окружающих.
	Владеет	навыками безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.

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, исследовательский метод.

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

### **Раздел 1. Введение(2 часа).**

**Тема 1. Введение в теорию высокомолекулярных соединений (1 час), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 1 час.**

Предмет, цели, задачи. Основные понятия и термины, классификация и номенклатура полимеров.

**Тема 2. Специфические свойства высокомолекулярных соединений (1 час), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 1 час.**

Полидисперсность. Особенности химического строения, свойств и способов получения полимеров.

### **Раздел 2. Синтез высокомолекулярных соединений(16час.)**

**Тема 1: Основные принципы синтеза высокомолекулярных соединений; основные типы мономеров. Радикальная полимеризация (4 часа), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 4 час.**

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 (4час), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 4 час.**

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), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 2 час.**

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 (6 часов), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 6час.**

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. Принципиальные основы синтеза важнейших биополимеров (белков и нуклеиновых кислот). Принцип матричного синтеза.

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

**Тема 1: Структура макромолекул (6 час), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 6 час.**

Молекулярно-массовые характеристики. Практическая значимость молекулярно-массовых характеристик. Конфигурация макромолекул.

Конфигурационные уровни макромолекул с центрами R,S-изомерии, п-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), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 6 час.**

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.  $\Theta$ -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), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 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.), с использованием метода активного обучения – лекция беседа – 2 час.**

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

**Тема 3: Интерполимерные реакции (2 час.), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция– 2 час.**

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

комплексы.

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

### **Лабораторные работы (72час.)**

**Лабораторная работа № 1 Кинетика радикальной полимеризации (4 час), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод – 4 час.**

Исследуется механизм радикальной полимеризации стирола.

Инициатор - Динитрилазо-бис-изомасляной кислоты.

**Лабораторная работы № 2-3 Определение констант сополимеризации стирола и акриловой кислоты (8 час), с использованием метода активного обучения - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач (8 час).**

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 (8 час), с использованием метода активного обучения - групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач (8 час).**

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), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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



**Лабораторная работа № 8-9 Синтез тиокольного каучука (8 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 8 час.**

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), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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

**Лабораторная работа № 11. Получение поливинилформаль (4час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

Работа основана на расщеплении ацеталей солянокислым гидроксиламином с последующим титрование выделившегося  $\text{HC1}$  щелочью. По количеству израсходованной на титрование щелочи рассчитывают содержание ацетальных групп (винилацетальных звеньев).

**Лабораторная работа № 13. Окислительная деструкция поливинилового спирта йодной кислотой (4 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

В работе осуществляют частичную деструкцию поливинилового спирта йодной 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. Демполимеризация полиметилметакрилата (4 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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

**Лабораторная работа № 15. Сульфирование полистирола (4 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

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

**Лабораторная работа № 16-17. Метилцеллюлоза (8 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 8 час.**

Метилцеллюлозу получают путем полимераналогичных превращений из хлопкового линта. 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.

**Лабораторная работа № 18. Заключительное обобщающее занятие (4 час), с использованием метода активного обучения - исследовательский метод – 4 час.**

Обзор проведенных работ. Анализ и обсуждение полученных результатов.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» представлено в Приложении 1 и 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.

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

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	Знает  Умеет  Владеет	Сдача задач (4) по модулю 1 (в соответствии с рейтинговой оценкой (ПР-2). Проверка готовности к лабораторной работе №1. Собеседование (УО- 1). Отчет по лабораторной работе №1 (ПР-6).	Сдача зачета, вопросы №1-8 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	ОПК-1          ОПК-6	Знает  Умеет  Владеет	Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР-6), Проверка отчета по лабораторной работе №2,3(ПР-6). Собеседование (УО- 1), Тестовый контроль (ПР - 1) (модуль 1)	Сдача зачета, вопросы №9-17-31 и экзамена, вопросы № 7– 23
РАЗДЕЛ 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел. Тема 1. Структура макромолекул Тема 2. Растворы макромолекул	ОПК-1      ОПК-6	Знает  Умеет  Владеет	Сдача задач (4) по модулю 11 (ПР-2). Проверка отчетов по лабораторным работам (ПР - 6). Собеседование (УО-1)	Экзаменационные вопросы № 24-39

Раздел 4. Химические реакции вмс Тема 1:особенности реагирования полимеров. Тема 2: реакции деструкции и сшивания. Тема 3. Интерполимерные реакции.	ПК-1 ПК -7	Знает  Умеет  Владеет	Собеседование (УО-1) Проверка отчетов по лабораторным работам № (ПР -6). Тестовый контроль (ПР- 1) 3-ий модуль	Сдача зачета, вопросы № 32- 34 Экзаменационн ые вопросы № 40-48
---	---------------	-----------------------------------	---	--

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 2.

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

### **Основная литература (электронные и печатные издания)**

1. Шабаров Органическая химии .-СПб: Лань, 2012, 848 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4037](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4037)

2. Шишонок, М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.В. Шишонок. - Минск: Выш. шк., 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>

3. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 509 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5842)

**Дополнительная  
(электронные и печатные издания)**

1. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов ; пер. с англ. А. А. Аэрова. – Долгопрудный: Интеллект, 2010.-.-303 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663857&theme=FEFU>

2. Старение и стабилизация полимеров. Ч. 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Н. Черезова, Н.А. Мукменева, В.П. Архиреев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213231.html><http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213231.html>

**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/>

5. <http://www.chem.msu.su/rus/weldept.html> Сайт химического факультета МГУ.

**Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ.

**VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**VII.**

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.

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Высокомолекулярные соединения».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Высокомолекулярные соединения», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Высокомолекулярные соединения».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение

лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основным понятиям. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:



1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к лабораторным занятиям**

При подготовке к практическим 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, лежащие в основе радикальной полимеризации, кинетику процесса.

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

-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 Файнемана-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 (см. ниже).

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 (см. ниже).

-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 (см. ниже).

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 (см. ниже).

Изучить методику синтеза и схему реакции.

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

#### **Задание на дом:**

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

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

-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, лежащие в основе химических реакций полимеров.

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

-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, лежащие в основе реакций деструкции.

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

-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, лежащие в основе реакций термической деструкции.

-Подготовиться к получению допуска к лабораторной работе по всем

пунктам, указанным в рекомендации (см. ниже).

-Изучить методику деполимеризации.

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

#### **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 (см. ниже).

-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 (см. ниже).

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

### **Лабораторная работа № 18. Заключительное обобщающее занятие**

#### **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 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.

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

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

Лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, ноутбук).

Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, муфельные печи, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы. Дистиллятор.

Анализатор углерода, водорода, азота Termofinnigan Flash EA ser. 1112, аналитические весы различных марок, инфракрасный спектрофотометр Perkin-Elmer Spectrum BX, ультрафиолетовый спектрофотометр Cintra 5, жидкостный хромато-масс-спектрометр LC/MSD 1100 Series, газовый хромато-масс-спектрометр GC/MSD 6890Plus/5973N, жидкостный хроматограф LC-6A Shimadzu, весы электронные лабораторные MW-тип, вакуумный насос ВН-461М, вакуумный насос Камовского, микроскоп ML-6, прибор для определения температуры плавления, роторный испаритель ИР-162



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**  
**Направление подготовки 04.03.01 Химия**  
**профиль «Фундаментальная химия»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2015**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	01.09-05.09.15 1 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 1	2,0 часа	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
2.	07.09-12.09.15 2 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 2	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
3.	14.09.-19.09.15 3 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 3	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
4.	21.09.-26.09.15 4 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 4	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
5	28.09-03.10.15 5 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 5	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
6.	5.10.-10.10.15 6 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 6	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
7	12.10.-17.10.15 7 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.

		лабораторной работы № 7		Прием домашних задач
8	19.10.-24.10.15 8 неделя	Подготовка к сдаче Первого тестового контроля. Модуль 1. Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 8	2,0 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Тестовый контроль согласно рейтинг-плану
9	26.10.-31.10.15 9 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 9 Решение домашних задач	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
10	02.11-07.11.15 10 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
11	09.11-14.11.15 11 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 9 Решение домашних задач	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
12	16.11-21.11.15 12 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10 Решение домашних задач	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
13	23.11-28.11.15 13 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10 Подготовка к тестовому контролю	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
14	30.11-05.12.15 14 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента	2,0 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной

		лабораторной работы № 10 Подготовка к тестовому контролю		работы. Тестовый контроль согласно рейтинг-плану. Модуль 2.
15	07.12-12.12.15 15 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10	2,0 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.
16	14.12-19.12.15 16 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10 Решение домашних задач	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
17	21.12-26.12.15 17 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10 Решение домашних задач	2,0 часа	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы. Прием домашних задач
18	28.12- 03.01.16 18 неделя	Обобщающее занятие (получение зачета)	2,0 часа	Тестовый контроль согласно рейтинг-плану. Модуль 3
	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену	36 часов	Экзамен

Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторной работы.

Прием домашних задач. Проведение тестового контроля.

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.

### **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.

Термическая 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 выполняемой лабораторной работой 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 экспериментальное 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.

### **3. Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: к зачету и экзамену**

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.

### **Подготовка к лабораторным занятиям**

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

##### **Задание на дом:**

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

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

-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. Обратить 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 Файнемана-Росса и определить тип сополимера.

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

#### **Задание на дом:**

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

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

Изучить кинетику эмульсионной полимеризации.

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

#### **Задание на дом:**

-Просмотреть материал лекций, учебника, монографии, посвященный катионной полимеризации. Обратить 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 (см. ниже).

-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. Обратить внимание на механизмы реакций, лежащих в основе синтезов, кинетику поликонденсации.

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

Изучить методику синтеза и схему реакции.

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

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

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

Изучить методику синтеза и схему реакции.

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

#### **Задание на дом:**

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

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

-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. Обратить внимание на общие и специфические закономерности, лежащие в основе химических реакций полимеров.

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

-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. Обратить внимание на общие и специфические закономерности, лежащие в основе реакций деструкции.

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

-Изучить методику окислительной деструкции с целью установления структуры.

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

#### **Задание на дом:**

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

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

-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 (см. ниже).

-Изучить методику проведения реакции с целью получения полиэлектролита

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

### **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 (см. ниже).

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

## **Лабораторная работа № 18. Заключительное обобщающее занятие**

### **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, тем-

пературном 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.

### **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 контрольных 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.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**По дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**  
**Направление подготовки 04.03.01 Химия**

**Владивосток**  
**2015**

**Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);	Знает	Основные понятия и термины науки о полимерах, принципы классификации и основные особенности свойств полимеров.
	Умеет	Идентифицировать полимеры по их химической формуле и пространственной форме, выбирать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера и оценивать точность ее определения.
	Владеет	Основами номенклатуры, классификации и методов синтеза полимеров при решении профессиональных задач.
Знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6)	Знает	Нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и лабораторным оборудованием. Возможные риски при работе с химическими веществами и эксплуатации лабораторного оборудования. Правила поведения в опасных ситуациях.
	Умеет	Организовать химический эксперимент с минимизацией возможных рисков. Использовать имеющиеся средства предотвращения и ликвидации опасных ситуаций.
	Владеет	Навыками безопасной работы на лабораторном и технологическом оборудовании.
способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1)	Знает	стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств Основные методы исследования ВМС. Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации.
	Умеет	Оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров, вести исследование по предложенной тематике, верно определить приоритеты и стратегию исследования, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент;
	Владеет	Навыками проведения синтеза ВМС, выделения, идентификации полимеров по известной методике, используя стандартные операции.
владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК -7).	Знает	основные классы веществ, работа с которыми требует особой осторожности.
	Умеет	работать с опасными веществами, создавая безопасную обстановку для себя и окружающих.
	Владеет	навыками безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.



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>	ОПК-1	<p>Знает</p> <p>Умеет</p> <p>Владеет</p>	<p>Сдача задач (4) по модулю 1 (в соответствии с рейтинговой оценкой (ПР-2). Проверка готовности к лабораторной работе №1. Собеседование (УО- 1). Отчет по лабораторной работе №1 (ПР - б).</p>	<p>Сдача зачета, вопросы №1-8 и экзамена, вопросы №1 – 6</p>
<p>РАЗДЕЛ 2. Синтез высокомолекулярных соединений Тема 1. Основные принципы синтеза ВМС. Радиальная полимеризация Тема 2. Ионная полимеризация Тема 3. Ступенчатая полимеризация. Тема 4. Поликонденсация</p>	<p>ОПК-1</p> <p>ОПК-6</p>	<p>Знает</p> <p>Умеет</p> <p>Владеет</p>	<p>Проверка отчета по лабораторной работе №1 (ПР - б), Проверка отчета по лабораторной работе №2,3(ПР - б). Собеседование (УО- 1), Тестовый контроль (ПР -1) (модуль 1)</p>	<p>Сдача зачета, вопросы №9-17 -31 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>ОПК-1</p> <p>ОПК-6</p>	<p>Знает</p> <p>Умеет</p> <p>Владеет</p>	<p>Сдача задач (4) по модулю 11 (ПР -2). Проверка отчетов по лабораторным работам (ПР -6). 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>ПК-1 ПК -7</p>	<p>Знает  Умеет  Владеет</p>	<p>Собеседование (УО-1) Проверка отчетов по лабораторным работам (ПР -6). Тестовый контроль (ПР-1) 3-ий модуль</p>	<p>Сдача зачета, вопросы № 32-34 Экзаменационные вопросы № 40-48</p>
---	-----------------------	--	--	--

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);	знает (пороговый уровень)	Основные понятия и термины науки о полимерах, принципы классификации и основные особенности свойств полимеров.	Знать определения основных понятий химии высокомолекулярных соединений	Знание основных понятий и терминов науки о полимерах, принципов классификации и основных особенностей свойств полимеров.
	умеет (продвинутый уровень)	Идентифицировать полимеры по их химической формуле и пространственной форме, выбирать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера и оценивать точность ее определения.	Уметь осуществлять идентификацию высокомолекулярных соединений	Умение идентифицировать полимеры по их химической формуле и пространственной форме, выбирать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера и оценивать точность ее определения.

	владеет (высокий уровень)	Основами номенклатуры, классификации и методов синтеза полимеров при решении профессиональных задач.	Владеть терминологией химии ВМС; владеть широким кругом методов экспериментально го и теоретического изучения разделов дисциплины	Способность применять номенклатуру, классификацию и методы синтеза полимеров при решении профессиональных задач.
знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).	знает (пороговый уровень)	Нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и лабораторным оборудование м. Возможные риски при работе с химическими веществами и эксплуатации лабораторного оборудования Правила поведения в опасных ситуациях.	Знать элементарные нормы техники безопасности и правила поведения в лаборатории; знать основные правила обращения с веществами и растворителями.	Знание основных норм техники безопасности при работе с ВМС.
	умеет (продвинутый уровень)	Навыками безопасной работы на лабораторном и технологическом оборудовании	Уметь соблюдать технику безопасности при работе с потенциально опасными веществами; уметь оказать помощь пострадавшему при несчастных случаях в лаборатории.	Умение соотносить вещества по классам опасности, соблюдать технику безопасности при работе с потенциально опасными веществами. Умение оказать помощь пострадавшему при несчастных случаях.

	владеет (высокий уровень)	<p>Нормы техники безопасности при работе с химическими веществами и лабораторным оборудованием.</p> <p>Возможные риски при работе с химическими веществами и эксплуатации лабораторного оборудования</p> <p>Правила работы в химической лаборатории</p> <p>Правила поведения в опасных ситуациях.</p>	<p>владеть техникой безопасности при постановке сложных экспериментов;</p> <p>владеть техникой безопасности в технологических условиях</p>	<p>способность быстро и точно принимать решения по обеспечению безопасности при получении и исследовании ВМС и реализовывать их.</p>
способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1)	знает (пороговый уровень)	<p>стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств</p> <p>Основные методы исследования ВМС.</p> <p>Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации.</p>	<p>Знать стандартные методы получения, исследования свойств высокомолекулярных соединений.</p> <p>Знать закономерностей протекания реакций цепной полимеризации.</p>	<p>Знание стандартных методов получения и идентификации свойств ВМС. Знание основных методов исследования полимерных соединений, основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации.</p>
	умеет (продвинутый уровень)	<p>Оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров,</p>	<p>Уметь выполнить стандартные операции по предлагаемым методикам.</p>	<p>Умение оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров, вести исследование по</p>

		вести исследование по предложенной тематике, верно определить приоритеты и стратегию исследования, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент;		предложенной тематике, верно определять приоритеты и стратегию исследования, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент;
	владеет (высокий уровень)	Навыками проведения синтеза ВМС, выделения, идентификации и полимеров по известной методике, используя стандартные операции.	Владение методами экспериментального и теоретического изучения разделов дисциплины, идентификации полимеров по известной методике	Способность провести и оценить методы синтеза ВМС, методы выделения, идентификации полимеров, используя стандартные методики.
владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК - 7).	знает (пороговый уровень)	основные классы веществ, работа с которыми требует особой осторожности.	Знать методы безопасного обращения с веществами и растворителями с учетом их физических и химических свойств	Знание методов безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.
	умеет (продвинутый уровень)	работать с опасными веществами, создавая безопасную обстановку для себя и окружающих.	Уметь безопасно работать с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	Умение безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.

	владеет (высокий уровень)	навыками безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств.	Владение навыками безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физико-химических свойств.	Способность безопасно работать и обращаться с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств
--	---------------------------	--	---	---

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**I. Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы и защитившие отчеты по ним.

### **I. Устный опрос**

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

#### **Вопросы для подготовки к экзамену**

##### **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 π- 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 пластимеры и эластомеры.

29. Высокоэластическое состояние.

30. Вязкотекучее состояние.

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

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

42. Полимераналогичные превращения. Химические реакции синтетических соединений.

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

44. Фотохимическая и радиационная деструкции.

45. Окислительная деструкция.

46. Химическая деструкция (без участия кислорода) природных и синтетических полимеров.

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

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



**Образцы экзаменационных билетов**  
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ**  
**ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

шифр, название направления подготовки ООП 04.03.01- Химия

Дисциплина Высокомолекулярные соединения

Форма обучения очная

Семестр 7 2015- 2016 учебного года

Реализующая кафедра: Органической химии

**Экзаменационный билет № 1**

1. Полимераналогичные реакции. Реакции природных и синтетических полимеров.

2. Релаксационные состояния аморфных полимеров.

3. Объяснить решение задачи:

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?

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

М.П. (школы)

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ**  
**ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

шифр, название направления подготовки ООП 04.03.01- Химия

Дисциплина Высокомолекулярные соединения

Форма обучения очная

Семестр 7 2015- 2016 учебного года

Реализующая кафедра: Органической химии

## Экзаменационный билет № 2

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

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

3. Объяснить решение задачи:

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  $r_2$ ?

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_

М.П. (школы)

### Вопросы для подготовки к зачёту

1. Поясните следующие термины, относящиеся к полимерам: полимер, олигомер, составное звено, мономер, полимеризация, олигомеризация, регулярный полимер, нерегулярный полимер.
2. Укажите основное отличие цепных процессов образования макромолекул от ступенчатых.
3. Перечислите основные количественные критерии оценки гибкости макромолекул.
4. Что такое сегмент полимерной цепи?
5. Перечислите возможные структурные формы макромолекул.
6. Что такое коэффициент полидисперсности?
7. Напишите формулу составного повторяющегося звена поли-4,4'-диоксидифенил-2,2'-бис-трифторметилсебацата.
8. Назовите полимер  $[-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2]_n$ .
9. Перечислите основные стадии цепных процессов образования макромолекул
10. Какая существует взаимосвязь активностей мономера и радикала на его основе?
11. Назовите основные методы инициирования радикальной полимеризации.
12. Что такое инифертер?
13. Напишите уравнение скорости радикальной полимеризации в массе.
14. Какие факторы влияют на длину образующихся макромолекул при радикальной полимеризации в массе?
15. Перечислите возможные реакции передачи цепи при радикальной полимеризации.
16. Чем отличается ингибитор полимеризации от замедлителя?
17. Какие виды частиц могут образовываться в системе при эмульсионной полимеризации?
18. Какова роль среды в ионной полимеризации?
19. Напишите в общем виде уравнение скорости ионной полимеризации.
20. Приведите примеры основных типов анионных и катионных инициаторов ионной полимеризации.
21. Какие катализаторы вам известны в ионно-координационной полимеризации?
22. Укажите отличительные особенности ионной полимеризации гетероциклов от полимеризации ненасыщенных мономеров.
23. Дайте определение констант относительной активности мономеров при сополимеризации.

24. Перечислите основные механизмы реакций ступенчатого роста макромолекул.

25. Напишите в общем виде константу равновесия реакции полиамидирования.

26. Назовите основные стадии поликонденсационного процесса.

27. Что такое вероятностный характер поликонденсации?

28. Напишите уравнение Карозерса.

29. Какие факторы влияют на молекулярную массу полимеров, синтезируемых равновесной поликонденсацией?

30. Перечислите возможные побочные реакции при поликонденсации.

31. Перечислите основные особенности реакций, протекающих на полимерах.

32. Назовите возможные реакции деструкции макромолекул.

33. Перечислите известные вам типы реакций сшивания макромолекул.

34. Какие основные стадии окислительных превращений полимеров?

**II. Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### **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.

#### **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 инициирования радикальной полимеризации.
13. Какова величина энергии активации при фотохимическом инициировании?
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.
- Каковы основные стадии окислительных превращений полимеров

## II. Письменный опрос

1. Тестовый контроль (ПР -1) – примеры тестовых заданий.
1. Контрольные работы (ПР-2). (Решение индивидуальных задач) – комплект контрольных заданий.
2. Лабораторная работа (ПР -6). (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) - Комплект лабораторных заданий представлен в приложении 3.

### Примеры тестовых заданий по основным модулям дисциплины Синтез ВМС

#### Модуль 1

##### Тест-вариант 1

1. Инициатором радикальной полимеризации может служить
  - 1) 3,6-диметилпиридазин
  - 2) 1,4-диметил-1,4-дигидропиридин
  - 3) 4,7-диметил-4,5,6,7-тетрагидро-1,3-диазепин (4,7-диметил-1,3-диазациклопентен-1)
  - 4) 3,7-диметил-4,5,6,7-тетрагидро-1,2-диазепин (3,7-диметил-1,2-диазациклопентен-1)
2. *Наименьшее* количество сочетаний звеньев «хвост к хвосту» образуется при радикальной полимеризации
  - 1) стирола при иницировании  $\text{ph-co-o-o-co-ph} + \text{phnme}_2$
  - 2) стирола при иницировании  $\text{me}_2\text{c}(\text{cn})\text{-n}=\text{n-c}(\text{cn})\text{me}_2$
  - 3) винилхлорида при иницировании  $\text{me}_2\text{c}(\text{cn})\text{-n}=\text{n-c}(\text{cn})\text{me}_2$
  - 4) винилхлорида при иницировании  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$

3. Для предотвращения полимеризации мономеров при хранении можно использовать

- 1) Гидропероксид кумола (изопропилбензола)
- 2) 1,4-дихлорнафталин
- 3) 1,5-динитронафталин
- 4) 1,4-нафтохинон

4. Кинетика радикальной полимеризации наиболее проста при глубине полимеризации

- 1) 5%
- 2) 20%
- 3) 40%
- 4) 80%.

5. Экспериментальное определение констант сополимеризации корректно при глубине конверсии мономеров

- 1) до 5%
- 2) до 15%
- 3) до 25%
- 4) выше 25%

6. При полимеризации винильного мономера цепь может расти с двух концов, если в качестве катализатора использовать

- 1) амид натрия
- 2)  $AlCl_3$
- 3)  $(CH_3COO)_3Fe$
- 4) бутиллитий

7. можно использовать как в ступенчатой полимеризации, так и в поликонденсации

- 1) стирол
- 2) 1,4-бутандиол
- 3) бутадиен-1,3
- 4) этиленоксид

8. Поликонденсацию адипиновой кислоты с этиленгликолем (при кислотном катализе) можно провести

- 1) В этаноле
- 2) В бензоле
- 3) В уксусной кислоте
- 4) В этилацетате

### Установите соответствие

9. Участие в радикальной полимеризации

- 1) Инициатор
- 2) Регулятор
- 3) Ингибитор
- 4) Не участвует в полимеризации

### Соединение

- а) гидропероксид кумола
- б) 1,4-дигидроксиафталин
- 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 физико-химии**

### **Модуль 2**

#### **Тест-вариант 1**

1. Наибольшие силы внутри- 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
- 3) 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 | а) повышение температуры   |
| 2) Уменьшение гибкости | 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) поликапролактан 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) Поликапролактан

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)  $HO\sim\sim\sim O-CO\sim\sim\sim OH + HOOC\sim\sim\sim CO-NH\sim\sim\sim COOH$

2)  $H_2N\sim\sim\sim NH-CO\sim\sim\sim NH_2 + HOOC\sim\sim\sim CO-O\sim\sim\sim COOH$

3)  $H_2N\sim\sim\sim NH-CO\sim\sim\sim NH_2 + ClOC\sim\sim\sim CO-O\sim\sim\sim COCl$

4)  $HOOC\sim\sim\sim CO-O\sim\sim\sim COOH + ClOC\sim\sim\sim CO-NH\sim\sim\sim COCl$

**Установите правильную последовательность**

8. Увеличение легкости полимераналогичного превращения под действием водных растворов кислот

1) поливинилформаль 2) полиакриламид 3) полиметилметакрилат

**Установите соответствие**

9. Возможность деструкции

процесс

1) Возможность полной деструкции

а) действие рестриктаз на днк

2) Частичная деструкция

б) действие рестриктаз на клеточные стенки бактерий

3) Отсутствие деструкции

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 – что вы знаете об этом полимере? Как его получают? Где используют?

**Примеры комплекта контрольных заданий для индивидуального решения**

# РАДИКАЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

## Раздел 1

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. Винацетата в присутствии *трет*-бутилгидропероксида;

Е. Электрохимической полимеризации метилакрилата в присутствии ацетата натрия.

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). Диметиловый 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.*

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.*

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

А. Обнаружено 0,1 г 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?

**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.

**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?

**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.*

**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.*

**9.** Какие из приведенных соединений могут использоваться для предотвращения самопроизвольной полимеризации мономеров при хранении?:

а). 1,4-Нафтохинон; б). Гексахлорэтан; в). Октилмеркаптан; г). Дифенилпикрилгидразил ( $C_6H_5$ )<sub>2</sub>N-N· - $C_6H_2(NO_2)_3$ .

**10.** Какие функции выполняют следующие соединения, добавленные к мономеру: а). Додecilмеркаптан; б). Лауроилпероксид; в). Бромформ; г). 1,2-Диоксациклогексан (диокса-, а не диоксо-); д). Хлоранил (2,3,5,6-тетрахлорбензохинон).

*Напишите уравнения реакций, подтверждающих выбранные Вами функции соединений.*

**11.** Что препятствует полимеризации соединения формулы  $CH_2=CH-CH(C_6H_5)_2$ ? Пояснить соответствующими реакциями. [Чтобы не было соблазна всё «спихнуть» на пространственный фактор, напомним, что для монозамещенных производных этилена этот фактор практически не препятствует полимеризации].

**12.** Полимеризацию стирола ведут:

**А.** 1. В присутствии 0,3% *трет*-бутилгидропероксида; 2. В присутствии 1,2% *трет*-бутилгидропероксида. Прочие условия одинаковы.

**Б.** 1. В виде 2%-го раствора; 2. В виде 4%-го раствора. Прочие условия одинаковы.

При переходе от варианта 1 к варианту 2 средняя степень полимеризации:

а). Уменьшается в 4 раза; б). Уменьшается в 2 раза; в). Увеличивается в 2 раза; г). Не меняется?

При какой степени конверсии мономера Ваш ответ наиболее точен?

а). 20%; б). 10%; в) 3%; г) 50%.

**13.** Акрилонитрил полимеризуют в одних и тех же условиях с двумя разными инициаторами (1 и 2), взятыми в одной и той же молярной концентрации. При переходе от инициатора 1 к инициатору 2:

**А.** Молекулярная масса увеличилась в 2 раза.

**Б.** Скорость полимеризации увеличилась в 2 раза.

Какая из констант скоростей при этом изменилась и во сколько раз?

а).  $k_i$  увеличилась в 2 раза; б).  $k_p$  увеличилась в 2 раза; в).  $k_i$  уменьшилась в 4 раза; г).  $k_p$  уменьшилась в 2 раза.

**14.** Проводят теломеризацию стирола в присутствии  $CCl_4$ ; инициатор – бензоилпероксид. Каким должно быть молярное соотношение стирола и  $CCl_4$  для получения *тримера*, если  $C_{ts} = 0,1$ , а в отсутствие  $CCl_4$  в тех же условиях был бы получен полимер с  $P=3000$ .

**15.** При полимеризации стирола в отсутствие примесей образуется полимер с молекулярной массой 104000.

**А.** Сколько необходимо добавить тиофенола к 0,5 кг мономера, чтобы в тех же условиях получить полимер с молекулярной массой 26000, если  $C_{ts}=0,04$ ?

**Б.** Если вести полимеризацию в присутствии специально добавленного соединения, взятого в количестве одного моля на 50 моль мономера, то получается полимер с молекулярной массой 26000.

Определите значение  $C_{ts}$ . Какое из веществ было добавлено: а) Изоамилмеркаптан; б) Изоамилацетат; в). 1,4-Нафтохинон; г). Трибутиламин?

**16.** При радикальной полимеризации мономера в *разбавленном растворе* получены следующие результаты:

**А.** При степени конверсии мономера 5% средняя степень полимеризации  $P$  составляет 100, при степени конверсии 15%  $P=300$ , при степени конверсии 50%  $P=600$ , при степени конверсии 80%  $P=1000$ .

**Б.** Независимо от степени конверсии  $P=10$ .

**В.** Независимо от степени конверсии  $P=1500$

Какое из соединений, добавленных к мономеру, играет решающую роль в получении этих результатов?:

а).  $CBr_4$ ; б).  $C_3H_7-O-O-(CH_2)_3-O-O-C_3H_7$ ; в) Гидрохинон; г) АИБН.

**17.** Винилхлорид полимеризуют по радикальному механизму: 1. При  $65^{\circ}C$ ; 2. При  $80^{\circ}C$ . Прочие условия одинаковы, глубина процесса небольшая.

**А.** При переходе от варианта 1 к варианту 2 скорость процесса:

а). Увеличится; б). Уменьшится; в). Не изменится; г). Полимеризация остановится?

**Б.** При переходе от варианта 1 к варианту 2 средняя молекулярная масса полимера: а). Увеличится; б). Уменьшится; в). Не изменится; г). Полимеризации

не произойдет?

**В.** При переходе от варианта 1 к варианту 2 количество сочетаний звеньев по типам «голова к голове» и «хвост к хвосту»: а). Увеличится; б). Уменьшится; в). Не изменится; г). Таких сочетаний вообще не останется?

**Г.** При переходе от варианта 1 к варианту 2 количество концевых двойных связей: а). Увеличится; б). Уменьшится; в). Не изменится; г). Такие связи вообще исчезнут?

**18.** При полимеризации какого из приведенных мономеров (в одинаковых условиях) образуются макромолекулы с наибольшим числом разветвлений?:

**А.** а). Винилхлорид; б). Метилметакрилат; в) Винилиденцианид (1,1-дицианоэтилен; г). Винилиденхлорид (1,1-дихлорэтилен).

**Б.** а). Метакрилонитрил (1-метил-1-цианоэтилен); б). Акрилонитрил; в).  $\alpha$ -Метилстирол; г). 1,1-Дибромэтилен.

**В.** а). 1-Пропенилпирролидин; б). Пропенилацетат; г). Метакриловая кислота; г) Виналацетат

*Напишите уравнения реакций, приводящих к возникновению разветвлений в выбранных Вами случаях.*

**19.** Проводят радикальную полимеризацию мономера в виде 5% раствора: 1. В отсутствие добавок (кроме, разумеется, инициатора); 2. В присутствии специальной добавки. Процессы ведут в одинаковых условиях и до одной и той же степени конверсии мономера. После проведения полимеризации вязкость системы 2 меньше вязкости системы 1 на два порядка, но больше вязкости исходного раствора мономера на 4 порядка [вспомните зависимость вязкости растворов полимеров от молекулярной массы].

Какое вещество использовалось в качестве добавки?: а). 2,6-Дитрет-бутилфенол; б). Додецилмеркаптан; в). 1,4-Нафтохинон; г). Тетрагидрофуран.

**20.** Сколько растворителя необходимо добавить к 100 мл 10% раствора мономера, чтобы скорость радикальной полимеризации уменьшилась в два раза? Как изменится при этом средняя степень полимеризации?

**21.** При полимеризации в каких условиях не наблюдается резкого увеличения молекулярной массы полимера при большой степени конверсии мономера?: а). В блоке; б). В 2%-ном растворе; в) в 10%-ном растворе; г). В 20%-ном растворе.

**22.** При сополимеризации двух мономеров при любом составе мономерной смеси дифференциальный состав сополимера равен 1. Чему равны константы сополимеризации?

**23.** Чем однозначно определяется состав сополимера, образующегося на начальных стадиях превращения при радикальной сополимеризации двух мономеров в растворе?:

а). Природой и концентрацией растворителя; б). Концентрацией инициатора и соотношением количеств мономеров; в). Константами сополимеризации;

г). Константами сополимеризации и соотношением количеств мономеров.

**24.** При радикальной сополимеризации двух мономеров А и В:

**А.**  $r_1 = 0,4$ ,  $r_2 = 2,5$ . Какой из мономеров необходимо добавлять к смеси в процессе сополимеризации для поддержания постоянства состава сополимера? Как располагаются звенья в сополимере?

**Б.**  $r_1 = r_2 = 0,1$ , молярное соотношение А:В=4:1. Какой из мономеров необходимо добавлять к смеси в ходе сополимеризации для поддержания постоянства состава сополимера? Как располагаются звенья в сополимере?

**В.**  $r_1 = 0,2$ ,  $r_2 = 0,1$ . При каком соотношении мономеров в исходной смеси можно не вмешиваться в ход процесса (не добавлять один из мономеров)?

**Г.**  $r_1 = 2,5$ ,  $r_2 \rightarrow 0$ . Какой из мономеров способен к гомополимеризации, а какой – нет?

*Объясните свой выбор во всех вариантах*

**25.** При сополимеризации акрилонитрила и метилметакрилата при  $60^\circ\text{C}$   $r_1 = 0,15$ ,  $r_2 = 1,2$ . Какое молярное соотношение мономеров надо взять, чтобы получить сополимер с дифференциальным молярным составом  $d[\text{акрилонитрил}]:d[\text{метилметакрилат}] = 2:1$ ?

**26.** При сополимеризации бутадиена и стирола при  $60^\circ\text{C}$   $r_1 = 1,4$ ; расположение мономерных звеньев в сополимере абсолютно случайное. Определите примерное значение константы  $r_2$ .

**27.** При сополимеризации бутилакрилата с метилвинилкетонем при  $50^\circ\text{C}$   $r_1 = 0,65$ ,  $r_2 = 1,6$ . Дифференциальный молярный состав сополимера составляет 1:1. Определить состав смеси мономеров. Как располагаются мономерные звенья в сополимере?

**28.** При сополимеризации акрилонитрила (А) с бутилвиниловым эфиром (В) при  $60^\circ$  сополимер имеет вид АВААВАВАВААВАВАВ~. Выберите наиболее подходящую для этой реакции пару констант сополимеризации ( $r_1$  и  $r_2$ ) из приведенных ниже:

а). 0,67 и 1,17; б). 0,65 и 0,67; в). 0,03 и 3,5; г). 0,14 и 0,03.

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

**30.** При сополимеризации четырех пар мономеров константы сополимеризации равны: а)  $r_1 = 0,75$ ,  $r_2 = 1,30$ ; б).  $r_1 = 0,65$ ,  $r_2 = 0,40$ ; в).  $r_1 = 0,25$ ,  $r_2 = 0,15$ ; г)  $r_1 = 0,75$ ,  $r_2 = 6,00$ .

**А.** В какой из пар образуется сополимер с наиболее регулярным расположением звеньев?



**Б.** В какой из пар образуется сополимер с *наименее* регулярным расположением звеньев?

**В.** В каком случае состав сополимера в наибольшей мере отличается от состава взятой для реакции смеси мономеров?

**31.** При сополимеризации стирола с метилакрилатом  $r_1=0,3$ ,  $r_2=0,35$ ; при сополимеризации стирола с 2-винилпиридином  $r_1=0,55$ ,  $r_2=1,15$ . Рассчитайте константы сополимеризации для пары метилакрилат – 2-винилпиридин.

(Необязательно вычислять конкретные значения; достаточно привести схему расчета).

**32.** 2-Хлорбутадиен не полимеризуется при  $50^{\circ}\text{C}$ , но образует сополимер со стиролом, причем одна из констант сополимеризации равна 6,3. Этилметакрилат в этих же условиях сополимеризуется со стиролом, причем 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

**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  $R-N$ ].

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

**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  $\text{C}=\text{C}$  ?

**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?

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

**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.

**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.

**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?

*Объяснить свой выбор.*

**40.** При полимеризации винилацетата в присутствии  $CCl_4$  получен продукт, содержащий 24,3% хлора. Соотношение молярных концентраций мономер:  $CCl_4$  составляет 1:2. Определить величину  $C_{ts}$ , если в отсутствие  $CCl_4$  в тех же условиях образуется полимер со средней степенью полимеризации 2000.

**41.** Если при радикальной полимеризации мономера обрыв *кинетической* (но не обязательно молекулярной) цепи идет только путем рекомбинации макрорадикалов, то: а). Обязательно ли все макромолекулы образовавшегося полимера будут иметь одинаковые группы? б). Всегда ли идентичность обеих концевых групп макромолекулы есть результат рекомбинации радикалов?

**42.** В качестве инициаторов радикальной полимеризации используются: а). Бензоилпероксид; б). АИБН; в). Лауроилпероксид; г). *трет*-бутилгидропероксид.

**А.** В каком случае можно ожидать *наибольшей* степени протекания реакций передачи цепи на инициатор?

**Б.** В каком случае можно ожидать *наименьшей* степени протекания реакций передачи цепи на инициатор?

**43.** Приведите примеры ингибиторов радикальной полимеризации: 1. Содержащего в ИК спектре полосу поглощения при  $3600\text{ см}^{-1}$ ; 2. Окрашенного соединения, содержащего в ИК спектре полосы поглощения при  $1670$  и  $1630\text{ см}^{-1}$ .

**44.** Один из способов получения привитых сополимеров – радикальная полимеризация мономера  $A$ , допустим, винильного мономера  $\text{CH}_2=\text{CH}(X)$  - в присутствии полимера  $(-B-)_n$ , допустим, полимера  $[-\text{CH}_2-\text{CH}(Y)-]_n$ , взятого в достаточно большой концентрации. Привитой сополимер образуется в результате передачи цепи от растущей цепи на «мертвый» полимер  $(-B-)_n$ .

Приведите схему образования привитого сополимера. В каком случае прививка будет идти наиболее легко: а).  $A$  – 1,1-дихлорэтилен (винилиденхлорид),  $(-B-)_n$  – полистирол; б).  $A$  – акрилонитрил,  $(-B-)_n$  – полиизобутилен; в).  $A$  – акрилонитрил,  $(-B-)_n$  – полистирол; г).  $A$  – метилметакрилат,  $(-B-)_n$  – поливинилиденхлорид?

**45.** Мономер полимеризуют по радикальному механизму: 1. При  $70^\circ\text{C}$ ; 2. При  $90^\circ\text{C}$ ; все прочие условия одинаковы, глубина процесса невелика, реакциями передачи цепи можно пренебречь. При переходе от варианта 1 к варианту 2 доля макромолекул с одноименными концевыми группами: а). Увеличится; б). Уменьшится; в). Останется без изменений. Объяснить свой выбор.

**46.** При радикальной полимеризации *монозамещенных* производных этилена не исключена возможность сшивания отдельных цепей (без добавки каких-либо посторонних соединений). Напишите реакции, которые могут привести к подобному результату. Когда вероятность таких процессов выше – при больших или малых глубинах полимеризации?

**47.** Проведены два опыта радикальной полимеризации одного и того же мономера; в обоих опытах мономер полимеризовали в виде 5%-го раствора в бензоле при  $70^\circ\text{C}$  и при атмосферном давлении; какие-либо специальные добавки не вводили; процесс вели до небольшой степени конверсии мономера. В первом опыте получали мономер с молекулярной массой 100000, во втором – 140000. Какой параметр и в какой степени изменялся при переходе от первого опыта ко второму?

**48.** В спектре ПМР образца полиметилметакрилата, полученного радикальной полимеризацией раствора мономера в бутилацетате, обнаружены сигналы *ароматических* протонов, хотя и намного менее интенсивные, чем

сигналы алифатических протонов, но все же *заметные*. Откуда они появились? Какой из приведенных ниже вариантов полимеризации представляется наиболее вероятным:

- а). Высокая концентрация мономера и низкая концентрация инициатора;
- б). Высокая концентрация мономера и высокая концентрация инициатора;
- в). Низкая концентрация мономера и низкая концентрация инициатора;
- г). Низкая концентрация мономера и высокая концентрация инициатора?

Объяснить свой выбор.

- 49.** Радикальной полимеризации подвергаются: а). Бензилэтилен в блоке; б). Стирол в  $CCl_4$ ; в). Винилацетат в бутилацетате; г). Метилметакрилат в блоке.

В каких случаях можно ожидать образования высокополимеров, а в каких – олигомеров – и почему?

- 50.** Чем объясняется возрастание молекулярной массы полимера при полимеризации метилметакрилата в блоке при конверсии мономера свыше 15%:

- а). Увеличением скорости роста цепи;
- б). Уменьшением скорости обрыва;
- в). Увеличением скорости инициирования;
- г). Одновременным действием всех трех факторов?

**51.** Проводят радикальную полимеризацию 0,1 М раствора стирола в бензоле в присутствии АИБН, а также добавки, взятой в 0,02 М концентрации; при этом  $k_p=10^3 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{сек}^{-1}$ ,  $k_o=10^6 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{сек}^{-1}$ , концентрация активных центров  $10^{-8} \text{ моль}\cdot\text{л}^{-1}$ ; для полученного полимера  $P=500$ .

Какое соединение использовано в качестве добавки: а). Триэтиламин; б). Дибутиловый эфир; в). 2,6-дипрет-бутилфенол; г). Додецилмеркаптан?

Определить отношение констант скоростей роста цепи и передачи цепи на эту добавку (прочими реакциями передачи цепи можно пренебречь).

**52.** При любом составе смеси мономеров А и В соотношение мономерных звеньев –А-:-В- в дифференциальном сополимере на 30 молярных процентов больше, чем соотношение мономеров А:В в исходной смеси. Определить величины констант сополимеризации. Какого типа (чередующийся, статистический и т.д.) сополимер образуется?

**53.** При радикальной сополимеризации стирола (А) и винилацетата (В) при  $60^\circ\text{C}$   $r_1=2,0$ ,  $r_2=0,1$ . Какова будет структура сополимера, если в исходной смеси молярное соотношение А:В=1:2: а). АВВВАВВВАВВВ~; б). ААВААВААВА~; в) АВАВАВАВ~; г). АААААВВВВВ~? Как нужно изменить систему (не меняя температуру и не вводя специальных добавок), чтобы получить другую структуру сополимера (какую)?

**54.** При сополимеризации акрилонитрила (33,3 молярных процента) и

малеинового ангидрида образуется сополимер, содержащий 73 молярных процента акрилонитрильных звеньев. Определить значения констант сополимеризации, если сам малеиновый ангидрид в этих условиях не полимеризуется.

**55.** Имеются 4 пары мономеров:  $A_1$  и  $B_1$ ,  $A_2$  и  $B_2$  и т.д. Для каждой пары мономеров приготовлены по две смеси, которые подвергнуты сополимеризации. Молярные соотношения мономеров в смесях ( $A_i:B_i$ ) и соотношения мономерных звеньев в соответствующих им сополимерах ( $-A_i-:B_i-$ ) приведены в таблице:

$A_1:B_1$	$-A_1-:B_1-$	$A_2:B_2$	$-A_2-:B_2-$	$A_3:B_3$	$-A_3-:B_3-$	$A_4:B_4$	$-A_4-:B_4-$
98:2	99:1	97:3	96:4	96:4	94:6	98:2	96:4
3:97	4:96	2:98	3:97	5:95	6:94	6:94	5:95

Для какой пары (или для каких пар) мономеров возможна азеотропная сополимеризация (разумеется, при других соотношениях мономеров)?

**56.** При сополимеризации акриламида и акрилонитрила при малых глубинах процесса получены следующие результаты:

Содержание акрилонитрила в смеси мономеров (мол.%)	5,2	10,2	12,9	18,9
Содержание акрилонитрильных звеньев в сополимере (мол.%)	8,0	16,0	21,0	30,0

Определить значения констант сополимеризации.

**57.** Из перечисленных ниже мономеров выберите пару, которая при сополимеризации должна образовать сополимер с наибольшей степенью чередования мономерных звеньев; а). Стирол; б). N-винилпирролидин; в). Нитроэтилен;

г). Винилхлорид. Объясните свой выбор.

**58.** При сополимеризации ранее не исследованной пары: стирол – мономер X экспериментально определены значения констант сополимеризации:  $r_1=2,5$ ?  $r_2=0,5$ . Чему ориентировочно равны константы сополимеризации данного мономера X с метилметакрилатом (для метилметакрилата  $Q=0,75$ ,  $e=0,40$ )?

**59.** С каким из приведенных ниже мономеров (B) сополимеризовали винилдипропиламин (A), если полученный сополимер имеет структуру АВ АВВ АВА АВ АВ АВ ~; а). 2-Метилпропен (изобутилен); б). Винилхлорид; в). Винилиденцианид; г). Бутилвиниловый эфир? Объяснить свой выбор.

**60.** При сополимеризации мономеров А и В  $r_1=r_2=0,1$ . Какой мономер необходимо прибавлять к системе для поддержания постоянства состава смеси мономеров при молярном соотношении А:В=15:1?

**61.** В сополимеризацию вводят три мономера, обозначим их как А, В и С (тройная сополимеризация довольно часто используется в практике).

А. Сколько констант сополимеризации характерны для этого процесса?

Соотношение констант скоростей каких реакций отражают эти константы?

**Б.** Каков должен быть порядок величин констант (по отношению к единице), чтобы сополимер *всегда* был обогащен мономером А?

**В.** Какое условие необходимо, чтобы один из мономеров не входил в состав сополимера, а полимеризовался сам по себе (образовывал гомополимер)?

**Г.** Какое условие необходимо, чтобы сополимер имел структуру АВСАВСАВСАВС~?

### Раздел 3

**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.

**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.

**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 иницируется радикалами, непосредственно образующимися из инициатора, без их предварительной фрагментации.

**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%?

**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?

**67.** При полимеризации метилакрилата, проведенной до глубины 3%, средняя степень полимеризации продукта реакции составляет 40. В спектре

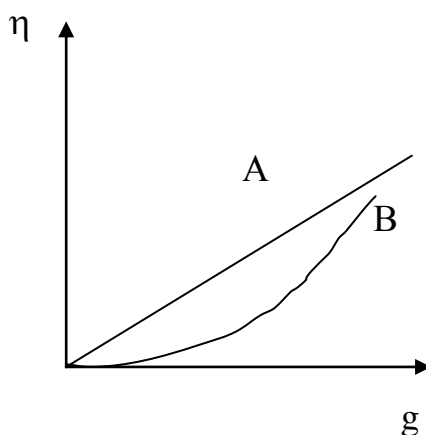
ЯМР  $^1\text{H}$  полученного продукта имеются очень слабые сигналы протонов (1) в виде мультиплета в области 7,2-7,4 м.д. и протонов (2) в виде триплета при 2,5 м.д. Соотношение интенсивностей сигналов протонов (1) и (2) равно 5:2. При глубине процесса 10% средняя степень полимеризации составляет 150.

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

**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.

**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?

**70.** При действии инициатора радикальной полимеризации на раствор винилхлорида получен продукт, содержащий 24,6% углерода, 2,7% водорода и 72,7% хлора. В каком растворителе (или в присутствии какого растворителя) проводили реакцию? Какой продукт был получен?

**71.** При полимеризации винилиденхлорида (1,1-дихлорэтилена) в присутствии азоилпероксида в спектре ПМР полученного полимера имеется не один сигнал; наряду с главным, имеется еще один, меньшей интенсивности. Что является причиной этого? Что можно добавить к исходной системе, чтобы интенсивность этого побочного сигнала была меньше (а возможно, этот сигнал вообще исчез)?

**72.** Соединение X имеет состав  $C_{15}H_{24}O$ . В его ИК спектре имеется полоса поглощения при  $3600\text{ см}^{-1}$ ; спектр ЯМР  $^1H$  этого соединения содержит только *синглетные* сигналы: 1,0 м.д. (18H); 2,3 м.д. (3H); 4,5 м.д. (исчезает при добавлении  $CD_3OD$ ); 7,3 м.д. (2H).

Определить структуру соединения X. Какую роль оно играет в процессах полимеризации? Объяснить механизм его действия.

**73.** Соединение X имеет состав  $C_{10}H_{10}S$ . В его спектре ЯМР  $^1H$  все протоны дают сигналы в области 7,2-7,5 м.д., не исчезающие при добавлении  $CD_3OD$ .

Определить структуру соединения X. Какую роль оно играет в процессах полимеризации? Объяснить механизм его действия.

**74.** Спектр ЯМР  $^1H$  неизвестного полимера содержит сигналы протонов группы  $CH_3$  (с) (1), группы  $CH_2$  (с)(2) и мультиплет протонов в области 7,2-7,4 м.д. (3); соотношение интенсивностей сигналов 1:2:3=3:2:5. Элементный анализ показал очень небольшое (сотые доли процента) содержание азота.

Сделайте заключение о структуре полимера. Какой из известных инициаторов мог быть здесь использован?

**75.** При сополимеризации метилметакрилата и винилиденхлорида  $r_1=2,5$ ,  $r_2=0,25$ . Какое молярное соотношение мономеров нужно взять, чтобы получить сополимер, содержащий 36% хлора?

**76.** Каким образом можно было бы определить соотношение сочетаний звеньев AA, BB и AB (BA) в сополимере винилиденхлорида (A) и винилиденцианида (B) при условии соединения всех звеньев по типу «голова к хвосту»?

**77.** При сополимеризации метилметакрилата (A) с акриловой кислотой (B) при разных молярных соотношениях мономеров получены полимеры, в спектрах ЯМР  $^1H$  которых наряду с другими сигналами имеются *синглетный* сигнал при 3,4 м.д. (1) и сигнал в виде *уширенного синглета* при 11,0 м.д., исчезающий при добавлении  $CD_3OD$  (2). При соотношении A:B=4:1 соотношение интенсивностей сигналов 1:2 в сополимере составляет 10:1; при соотношении A:B=1:4 соотношение интенсивностей 1:2 в сополимере составляет 3:5. Что можно сказать (не проводя длинных расчетов) о порядке величин  $r_1$  и  $r_2$  (по отношению к единице)?

**78.** При сополимеризации винилхлорида (A) с винилиденхлоридом (B) при молярном соотношении A:B=3:1 получен сополимер, в спектре ЯМР  $^1H$  которого имеется заметный *синглетный* сигнал (при 2,5 м.д.). Что можно сказать о порядке величины одной из констант полимеризации (какой?) (по отношению к единице)?



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

### Раздел 1

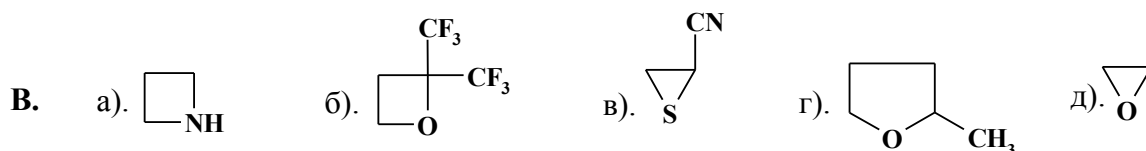
1. Написать механизмы полимеризации:

- 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.

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



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-Динитростирол.

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 имеющих склонности к ступенчатой полимеризации:**

а). Капролактан; б) 3-Этилоксетан; в). Пропиолактон; г). Винацетат.

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

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

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

**Б.** а). *пара*- Дивинилбензол; б). *мета*-Фенилендиизоцианат; в). Диметилфталат; г). *мета*-Диметиламиностирола.

**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.

**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).  $FeCl_3$ .

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

**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).  $Al(Et)_3 - TiCl_4$ ; б).  $Na - \text{нафталин}$ ; в).  $TiCl_4 - HCl$ ; г).  $Al(Et)_3 - WCl_6$

**В.** а).  $Fe_2(SO_4)_3$ ; б).  $SbCl_5$ ; в).  $H_2SO_4$ ; г).  $BF_3$

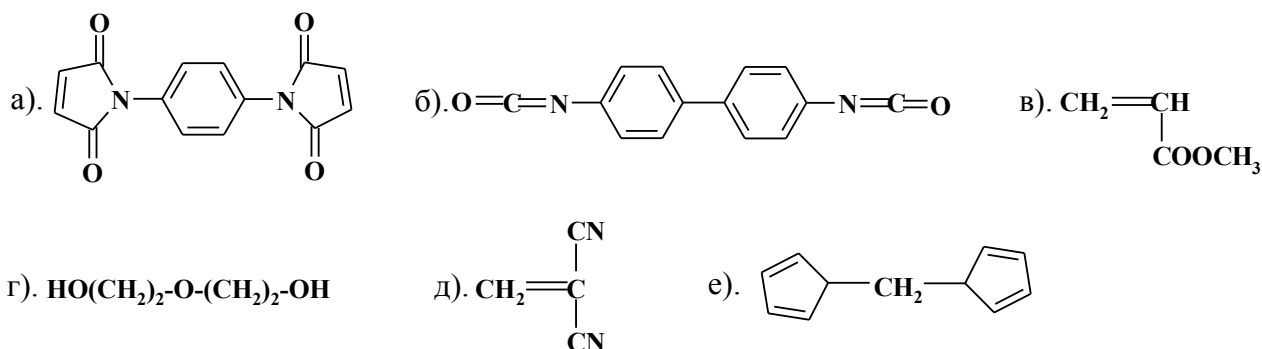
**Г.** а) Бутиллитий; б). Литий; в). Амид калия; г). Тетрахлорид титана.

**10.** Для полимеризации каких из перечисленных ниже мономеров можно использовать  $FeCl_3$ , а для каких – натрий-нафталин?:

а). Акрилонитрил; б) Бутилвиниловый эфир; в). *пара*-Метоксистирола; г).

Винилиденфторид (1,1-дифторэтен); д). *para* –Нитростирол.

11. Из приведенных ниже соединений выберите *пары*, подходящие для



сополимеризации: 1.Ионной; 2. Ступенчатой:

12. По окончании полимеризации в системе остались «живые цепи». Для их обрыва был добавлен «меченый» реагент. В каком случае полученный полимер будет содержать метку?

А. Системы для полимеризации (мономер – катализатор): а). Стирол – Li;  $\text{Al}(\text{Et})_3 + \text{TiCl}_4$ .

Добавленный реагент -  $^{14}\text{CH}_3\text{OH}$ .

Б. Системы для полимеризации (мономер – катализатор): а). Этиленоксид – KOH; б). Стирол – тритилперхлорат  $\text{Ph}_3\text{C}^+$  б). 4-Винилпиридин – Na-нафталин; в). N-Винилпирролидин –  $\text{FeCl}_3$ ; г). Метилметакрилат –  $\text{ClO}_4^-$ ; в). Тетрагидрофуран –  $\text{TiCl}_4$ ; г). Бутилвиниловый эфир –  $\text{FeCl}_3$ .

Добавленный реагент -  $\text{CH}_3\text{OD}$ .

13. При полимеризации стирола под действием натрий-нафталина был получен полимер в виде «живых» цепей. Для получения блок-сополимера к полученному «живому» полимеру добавили другой мономер. С каким из добавленных мономеров блок-сополимер будет получаться наиболее легко?:

а). Бутен-1; б).  $\alpha$ -Метилстирол; в). Бутилвиниловый эфир; г) Метилакрилат.

14. В присутствии какой каталитической системы можно получить полимер 2-винилпиридина с малой степенью полидисперсности (узким молекулярно-массовым распределением)?:

а). Натрий-нафталин; б)  $\text{TiCl}_4\text{-HCl}$ ; в).  $\text{AlCl}_3\text{-HOH}$ ; г).  $\text{KNH}_2 - \text{NH}_3$ жидк.

15. При полимеризации стирола был получен полимер со следующими конфигурациями элементарных звеньев:

RRRRRRRRRRRR~ (или SSSSSSSSSSS~)

Какая из каталитических систем при этом использовалась:

А. а).  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б).  $\text{Al}(\text{Et})_3\text{-TiCl}_4$ ; в).  $\text{AlCl}_3\text{-HCl}$ ; г). АИБН.

Б. а). Бензоилпероксид- $\text{FeCl}_2$ ; б). Трифенилметилперхлорат; в). Хлорид алюминия – бензилхлорид; г). Триэтилалюминий –

дициклопентадиенилдихлорид титана.

**16.** Написать механизмы полимеризации стирола (какой- на Ваш выбор, лишь бы правильный), при котором получаются полимеры со следующими конфигурациями звеньев (приведены начальные звенья цепи):

**A.** RSRRRSSRSRSSSSRSRR~

**B.** RRRRRRRRRRRRRRRRR~ (или SSSSSSSSSSSSSSSSS~).

**17.** Мономер полимеризуется при катализе трифторидом бора в присутствии следов воды *в различных растворителях*. В каком растворителе скорость полимеризации будет наибольшей?:

а). Гептан; б). Нитробензол; в). Ксилол; г). Бензол.

**18.** Катионную полимеризацию мономера проводят: 1. В 5%-ном растворе в присутствии 1% катализатора; 2. В 10%-ном растворе в присутствии 0,5% катализатора. Сравнить скорость полимеризации и среднюю степень полимеризации в случаях 1 и 2.

**19.** Написать реакции передачи цепи на мономер:

**A.** При полимеризации стирола под действием  $TiCl_4-HCl$ ;

**B.** При полимеризации бутилвинилового эфира под действием  $AlCl_3-HOH$ .

**20.** Написать реакции передачи цепи на «мертвый» полимер:

**A.** При полимеризации N-винилпиридина под действием  $SbCl_5-HOH$ ;

**B.** При полимеризации 4-метилстирола под действием  $BF_3-HOH$ ;

**B.** При полимеризации тетрагидрофурана под действием  $AlCl_3-HCl$ .

**21.** Написать реакции передачи цепи на собственную молекулу (изомеризации):

**A.** При полимеризации стирола под действием  $BF_3-HOH$ ;

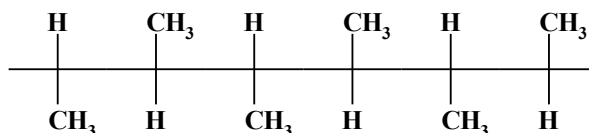
**B.** При полимеризации бутилвинилового эфира под действием  $TiCl_4-HCl$ .

**22.** При полимеризации какого из приведенных ниже мономеров под действием  $TiCl_4$  (сокатализатор  $HCl$ ) может наблюдаться передача цепи с разрывом (передача на полимер с обменом фрагментов)?

а). Тетрагидрофуран; б). Винилэтиловый эфир; в). Изобутилен; г). Стирол.

**23.** При полимеризации 10% раствора бутилвинилового эфира в гексане в присутствии  $AlCl_3-HOH$  образуется полимер со средней молекулярной массой  $10^6$ , что затрудняет переработку этого полимера. Как следует изменить концентрацию раствора, чтобы получить полимер со средней молекулярной массой  $7 \cdot 10^4$ , что вполне приемлемо?

**24.** Написать механизм полимеризации, при которой образуется



полипропилен следующей пространственной структуры:

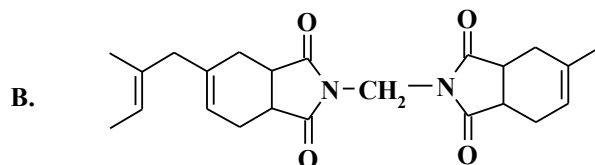
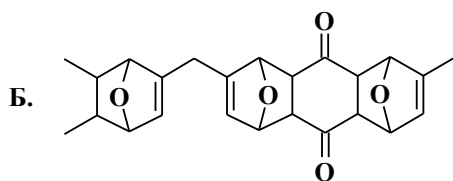
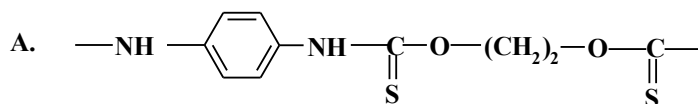
Как называются полимеры с такой структурой? Какие катализаторы надо здесь использовать?

**25.** Какое из приведенных ниже соединений может служить мономером для сополимеризации по схеме полиприсоединения?:

а). Нонатетраен-1,3,6,8; б) Нонатриен-1,3, 6; в) Нонадиен-1,8; г). Нонен-1.

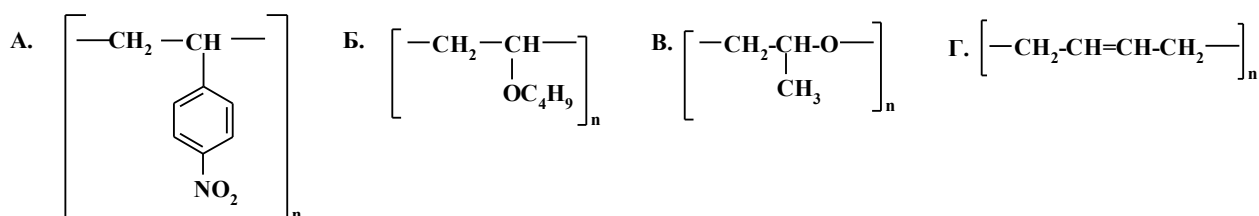
Предложите (на Ваш выбор) второй мономер для сополимеризации.

**26.** При сополимеризации каких мономеров получают полимеры:



К какому типу полимеризации относятся реакции получения этих полимеров?

**27.** Предложите условия (катализатор, растворитель) для синтеза методами



ионной полимеризации следующих полимеров:

**28.** Какое соединение необходимо добавить в качестве агента передачи цепи при полимеризации стирола в присутствии  $\text{TiCl}_4\text{-HCl}$ , чтобы у полимера появились концевые группы  $\text{OC}_2\text{H}_5$ ?:

а). Диэтиловый эфир; б) Этилацетат; в). Этанол; г). Фенетол (этоксибензол).

**29.** Какое соединение необходимо добавить в качестве агента передачи цепи при полимеризации стирола в присутствии натрий-нафталина, чтобы у полимера появились концевые группы  $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ ?:

а). Толуол; б). Дибензиловый эфир; в). Дибензилкетон; г). Этанол.

**30.** При каком из приведенных ниже процессов полимеризации

молекулярная масса продукта будет равномерно расти с ростом глубины процесса?

а). Капролактam в присутствии малого количества воды; б) Стирол в присутствии  $\text{BF}_3\text{-НОН}$ ; в). Бутадиен-1,3 в присутствии бутиллития; г). Циклогептен в присутствии  $\text{Al}(\text{Et})_3\text{-WCl}_6$ .

**31.** Расположить мономеры в порядке *возрастания* склонности к полимеризации:

**A.** а). Стирол; б). 1,2-Дифенилэтилен (стильбен); в). 2-Метил-1,1-Дифенилэтилен; г). 1,1-Дифенилэтилен.

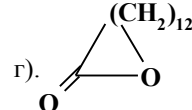
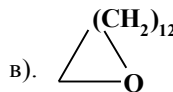
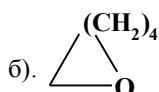
**B.** а). Тетрагидрофуран; б). Циклопентан; в). Лактон  $\square\square$ гидроксипропионовой кислоты; г). Триметиленоксид.

**32.** Какой из приведенных ниже мономеров обладает *наибольшей* склонностью к полимеризации?:

**A.** а). Гексен-3; б). Гексен-2; в). Гексен-1; г). Циклогексан.

**B.** а). 1-Винилнафталин; б). 1-Пропенилнафталин; в). 1-Винил-2-метилнафталин; г). 1-Винил-8-метилгафталин.

**B.** а). Тетрагидропиран; б). Этиленоксид (оксиран); в). Метилоксиран; г). Тетрагидрофуран.



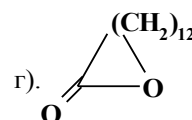
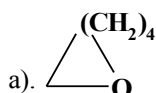
**Г.**

**33.** Какой из приведенных ниже мономеров обладает *наименьшей* склонностью к полимеризации?:

**A.** а). Бутен-2; б). 2-Метилпропен; в) Бутен-1; г). 2-Метилбутен-2.

**B.** а) 1,2-Дифенилэтилен; б). 1,1-Дифенилэтилен; в). Стирол; г).  $\square\square$ Метилстирол.

**B.** а). Капролактam; б). N-Изопропилкапролактam; в). N-Изопропилвалеролактam; г). Капролактон.



**Г.**

**34.** Стирол полимеризуют методом радикальной полимеризации: а). В блоке; б). В растворе; в). В эмульсии; г). В суспензии. Прочие условия (инициатор, соотношение инициатор-мономер, температура) одинаковы.

**A.** В каком случае образуется полимер с *наибольшей* молекулярной массой?

**Б.** В каком случае образуется полимер с *наименьшей* молекулярной массой?

**В.** В каком случае в систему нужно добавлять поверхностно-активное вещество?

**Г.** В каком случае образующийся полимер образуется в виде гранул?

**Д.** В каком случае для выделения полимера в систему необходимо добавить электролит?

**Е.** Какой из этих способов наиболее прост, но дает полимер не лучшего качества?

**35.** В результате процесса радикальной полимеризации получен *латекс*.

**А.** Какой инициатор использовали в этом случае?:

а). Растворимый в мономере; б). Растворимый в неполярных растворителях; в). Растворимый в этаноле; г). Растворимый в воде.

**Б.** Какое из перечисленных соединений было добавлено в реакционную смесь?:

а). Сульфат натрия; б). Пальмитат натрия; в) Карбонат натрия; г). Хлорид натрия.

**.36.** Каким способом нужно получать *стереорегулярный* полистирол?:

а). В блоке; б). В растворе; в). В эмульсии; г). В суспензии.

## Раздел 2

**37.** Полимер формулы  $[-O-CH_2-CH_2-C(CH_3)_2-]_n$  можно получить по *трем* разным вариантам полимеризации; по каким? Написать механизмы полимеризации для случаев:

**А.** Когда молекулярная масса (средняя степень полимеризации) *мало* меняется с ростом глубины процесса (степени конверсии мономера).

**Б.** Когда молекулярная масса *растет* с ростом глубины процесса.

**38.** Если провести (или попытаться провести) полимеризацию приведенных ниже мономеров под действием системы  $AlCl_3$  – следы  $H_2O$ , в каком случае образующийся полимер будет содержать наибольшее количество двухзвенных ответвлений:

а). Акрилонитрил; б). Стирол; в). Метилметакрилат; г). Изобутилен.

**39.** По какому механизму протекала полимеризация и каким образом превращали «живой» полимер в «мёртвый», если:

**А.** При полимеризации стирола был получен полимер, макромолекулы которого *с обеих сторон* содержат концевые группы  $OCH_3$ ?

**Б.** При полимеризации бутилвинилового эфира был получен полимер, макромолекулы которого *с обеих сторон* содержат концевые группы  $N(C_2H_5)_2$ ?

**40.** Из приведенных ниже соединений:

а).  $HCl$ ; б).  $MoCl_6$ ; в).  $KNH_2$ ; г).  $Al(Pr)_3$ ; д).  $SbCl_5$ ; е).  $TiCl_4$ .

подберите катализаторы (индивидуальные вещества или бинарные катализаторы) для полимеризации:

1. Циклооктена;
2.  $\alpha$ -Метил-*para*-метоксистирола;
3. Нитроэтилена;
4. 2-Метилбутадиена-1,3.

**41.** Проводят ионную полимеризацию мономера А в растворителе, в котором растворен полимер из другого мономера  $(-B)_n$ . В каком случае наиболее вероятно образование привитого сополимера  $\sim B-B-B-B-B-B-B\sim$  путем передачи цепи на полимер?:



- А.** а). А= Винилметилвый эфир;  $(-B)_n$ =полистирол; б). А=стирол,  $(-B)_n$ =полиизобутилен; в). А=стирол,  $(-B)_n$ =полиметилакрилат; г). А=изобутилен,  $(-B)_n$ =полиакрилонитрил.

Катализатор –  $TiCl_4-HCl$ .

- Б.** а) А=стирол,  $(-B)_n$ = полиизобутилен; б). А=акрилонитрил,  $(-B)_n$ =поливинилметилвый эфир; в). А=стирол,  $(-B)_n$ =полиакрилонитрил; г) А=изобутилен,  $(-B)_n$ = полиметилметакрилат.

Катализатор –  $KNH_2$ .

**42.** Оцените порядок констант сополимеризации (больше или меньше единицы) при *ионной* сополимеризации:

**А.** Стирола и *para*-нитростирола

**Б.** Стирола и *para*-метоксистирола.

**В.** Этиленоксида (оксирана) и триметиленоксида (оксетана).

Не забудьте правильно подобрать механизм полимеризации.

**43.** Процессы ионной полимеризации винильных мономеров характеризуются сочетанием звеньев по типу «голова к хвосту». В случае какого инициирования при *ионной* полимеризации стирола *гарантировано* по крайней мере одно сочетание типа «голова к голове»?:

- А.  $TiCl_4-HCl$ ; б). Натрий- нафталин; в).  $KNH_2$  в жидком аммиаке; г). Бутиллитий.

**44.** Приведены четыре мономера:

- а). Метакрилонитрил (2-цианопропен); б). Стирол; в). Изобутилен; г). Метилакрилат.

Предложите схемы получения *блок-сополимеров* :

**А.** аааааа...абббббб...б~

**Б.** бббббб...бвввввв...в~

**В.** гггггггг...гаааааа...а~

**Г.** вввввввв...ваааааа...а~

**45.** Проведены реакции ионной сополимеризации *para*- замещенных стиролов  $CH_2=CH-C_6H_4-X$  и  $CH_2=CH-C_6H_4-Y$ . Выбрать наиболее подходящий



из предложенных ниже заместителей Y, если:

**A.** Катализатор  $\text{NaNH}_2$ ;  $r_1=5,0$ ,  $r_2=0,2$ ;  
 $\text{X}=\text{COOCH}_3$

а).  $\text{Y}=\text{CN}$ ; б).  $\text{Y}=\text{H}$ ; в).  $\text{Y}=\text{NO}_2$ ; г)  $\text{Y}=\text{SO}_3\text{H}$

**B.** Катализатор  $\text{BF}_3-\text{НОН}$ ;  $r_1=0,3$ ,  $r_2=5$ ;  $\text{X}=\text{CH}_3$

а).  $\text{Y}=\text{H}$ ; б).  $\text{Y}=\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ; в).  $\text{Y}=\text{COOCH}_3$ ; г).  $\text{Y}=\text{COCH}_3$

**B.** Катализатор  $\text{SbCl}_5-\text{HCl}$ ;  $r_1=5,0$ ,  $r_2=0,5$ ;  $\text{X}=\text{H}$

а).  $\text{Y}=\text{Br}$ ; б).  $\text{Y}=\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ; в).  $\text{Y}=\text{CH}_3$ ; г).  $\text{Y}=\text{C}_2\text{H}_5$

**Г.** Катализатор  $\text{LiC}_4\text{H}_9$ ;  $r_1=10$ ,  $r_2=0,2$ ;  $\text{Y}=\text{Cl}$

а).  $\text{Y}=\text{NO}_2$ ; б).  $\text{Y}=\text{CN}$ ; в).  $\text{Y}=\text{SO}_3\text{H}$ ; г).  $\text{Y}=\text{H}$

**46.** Один из новых интересных пластиков, изделия из которого способны «сами залечивать» повреждения, получен на основе полимера, образованного сополимеризацией «мульти-фурана» и «мульти-малеинимида»; точная формула, однако, не приводится. Предложите подходящие на Ваш взгляд мономеры и напишите реакцию сополимеризации.

**47.** Используя схему ступенчатой полимеризации, осуществите «прививку»:

**A.** Боковой полиэтиленоксидной цепи к подходящему биополимеру.

**B.** Поликапролактаманной цепи к полиакриловой кислоте.

**48.** Какая побочная реакция (кроме «канонических» реакций иницирования, роста и обрыва цепи) может происходить, если проводить катионную полимеризацию винилметилового эфира в бензольном растворе?

**49.** Продукт ионной полимеризации 3,3,3-трифторпропена содержит азот в очень малых количествах. Написать механизм (лучше не один) полимеризации, приводящей к такому полимеру.

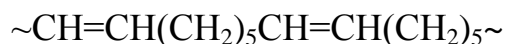
**50.** Какие из перечисленных соединений можно использовать для обрыва «живых» цепей при катионной полимеризации, какие – при анионной, а какие – в обоих случаях?

а). Пропанол; б). Триэтиламин; в) Хлорная кислота; г). Трифенилметан.

**51.** При полимеризации какого из приведенных ниже мономеров при действии амида натрия в жидком аммиаке имеется наибольшая вероятность возникновения разветвлений?:

а). Стирол; б). *para*-нитростирола; в). *para*-метилстирола; г). *para*-метоксистиrol.

**52.** Какую из приведенных ниже каталитических систем необходимо использовать, чтобы из карбоциклического мономера получить полимер 1?



а).  $\text{BF}_3-\text{НОН}$ ; б).  $(\text{PhCH}_2)_3\text{Al}-\text{WCl}_6$ ; в).  $\text{LiC}_4\text{H}_9$ ; г).  $\text{NaNH}_2$ .

Из какого конкретно мономера получен этот полимер?

**53.** Полиизопрен, значительное большинство звеньев которого имеет *цис*-конфигурацию, содержит следы лития и имеет концевые *n*-пентильные группы, соединенные со связью C=C. Какой катализатор использовался в данном случае? Написать механизм полимеризации.

**54.** Чему равна средняя молекулярная масса полистирола, полученного полимеризацией 10 г мономера в присутствии 0,3 г натрий-нафталина?

**55.** Приведенные ниже мономеры:

а) .Этиленоксид; б). Этилэтиленоксид; в). Нитроэтиленоксид; г). *гем*--Диметилэтиленоксид полимеризуют по *анионному* механизму.

В каком случае наиболее вероятная реакция передачи цепи на мономер?

**56.** Имеются три образца полистирола с примерно одинаковой средней молекулярной массой. Один из них не содержит примесей металла и имеет концевые *трет*-бутильные группы; другой содержит малую примесь алюминия и имеет концевые атомы хлора; третий содержит малые примеси алюминия и титана и содержит концевые этильные группы. Один из образцов размягчается при заметно более высокой температуре, чем два других. Какой именно? Каким образом получены эти три образца? [учтите – стирол полимеризуется по всем цепным механизмам, в том числе и по радикальному].

**57.** В каком из приведенных ниже растворителей можно проводить полимеризацию бутадиена в присутствии бутиллития и почему нельзя это сделать в остальных?:

а). Ацетон; б). Бутилбромид; в). Этанол; г). Гептан.

**58.** Какие *пары* из приведенных ниже соединений можно использовать для проведения ионной (и какой именно) полимеризации?:

а) MgPr<sub>3</sub>; б). HCl; в) SbCl<sub>5</sub>; г) Li; д) AlBr<sub>3</sub>; е) Нафталин

**59.** При катионной полимеризации стирола образуется полимер, при рассмотрении спектра ЯМР <sup>13</sup>C которого удается обнаружить сигналы *четвертичных* атомов углерода. Какие процессы обуславливают образование таких атомов? Какой из этих процессов зависит, а какой не зависит от степени конверсии мономера?

**60** Ниже перечислены соединения, используемые при полимеризации в качестве инициаторов или катализаторов: 1) SbCl<sub>5</sub>; 2) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>Li; 3) PhCO-O-O-CO-Ph; 4)Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 5) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; б) Натрий-нафталин. Какие из них целесообразно выбрать для проведения полимеризации: а) в блоке; б) в растворе; в) в эмульсии; г) в суспензии.

### Раздел 3

**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?

**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  $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ ?

**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  $\text{CH}=\text{C}$ . Каково строение этого полимера, из какого мономера его можно получить путем полимеризации и каким образом можно осуществить полимеризацию?

**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?

**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)?

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

**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?

**68.** Полимер содержит 62,1% углерода и 10,3% водорода, остальное – кислород. В его спектре ЯМР  $^1\text{H}$  среди прочих сигналов имеется *синглет* при 3,50 м.д. Какое строение имеет этот полимер и по какому механизму он получен?

**69.** Полимер содержит 66,7% углерода и 11,1% водорода, остальное –

кислород. В его спектре ЯМР  $^1\text{H}$  имеются всего два сигнала: синглет при 1,2 м.д. (А) и синглет при 3,6 м.д. (Б); отношение интенсивностей А:Б=3:1. Какое строение имеет полимер, из какого мономера и как он получен?

**70.** При полимеризации *циклического* мономера получен полимер, содержащий 63,2% углерода и 8,8% водорода, остальное – кислород. В ИК спектре этого полимера имеет интенсивное поглощение при  $1745\text{ см}^{-1}$ . По данным спектров ЯМР *все* атомы углерода в полимере входят в линейную цепь. Какое строение имеет полимер, из какого мономера и как он получен?

**71.** Проводят сополимеризацию двух мономеров (обозначим их А и В). Мономер А имеет состав  $\text{C}_8\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$ . В его спектре ЯМР  $^1\text{H}$  имеется единственный сигнал в виде дублета (4H) при 7,5 м.д. Мономер В имеет состав  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ . В его ИК спектре имеется поглощение в области  $3600\text{ см}^{-1}$ . Написать уравнение сополимеризации и структуру образующегося сополимера.

**72.** Полимер содержит 75,6% углерода, 11,8% водорода, остальное – кислород. В ИК спектре полимера имеется полоса поглощения при  $1745\text{ см}^{-1}$ . Из какого мономера можно получить этот полимер путем *полимеризации*? Как будет изменяться энтропия в процессе полимеризации?

**73.** Полимер содержит 87,5% углерода и 12,5% водорода. В его спектре ЯМР  $^1\text{H}$  имеется мультиплетный сигнал при 5,4 м.д. и перекрывающийся набор сигналов в области 1,5-2,5 м.д.; соотношение интенсивностей сигнал/набор сигналов = 1:5. Какое строение имеет полимер, из какого мономера и как он получен?

**74.** При полимеризации циклооктена получен полимер с молекулярной массой 22000; его макромолекулы содержат в качестве одной концевой группы бензильную группу  $\text{PhCH}_2$ , а в качестве другой – бензилиденовую  $=\text{CHPh}$ . Предложите катализатор для проведения этого процесса. Какое соединение и в *каком количестве* использовано в качестве регулятора молекулярной массы при полимеризации 100 г. мономера?

**75.** Как изменится константа равновесия мономер-полимер при *повышении* температуры при полимеризации следующих мономеров: а) триметиленоксид; б). валеролактон (лактон 5-гидроксипентановой кислоты; в). капролактама; г). тетрагидрофуран?

**76.** Имеются два образца полибутадиена (1 и 2). В спектре ПМР образца 1 имеется *один* сигнал протонов в области 5,5 м.д., а в спектре ЯМР  $^1\text{H}$  образца 2 – *три* сигнала протонов в этой области. Какое строение имеет и каким образом получен каждый из этих образцов?

**77.** Два мономера образуют сополимер при умеренном нагревании *без катализатора*. Один из них имеет состав  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ ; в его ИК спектре имеются полосы поглощения при  $1660$  и  $1620\text{ см}^{-1}$  и нет поглощения выше  $3100\text{ м}^{-1}$ ; в

спектре ЯМР  $^1\text{H}$  имеется только один сигнал при 6,7 м.д. Второй мономер имеет состав  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$ ; В его ИК спектре отсутствует поглощение групп  $\text{C}=\text{O}$  и  $\text{OH}$ ; данные спектра ПМР указывают на наличие одной группы  $\text{CH}_2$  и двух одинаковых ароматических систем.

Определить структуры мономеров и написать уравнение их сополимеризации.

**78.** Какой механизм полимеризации будет иметь место при электролизе раствора  $\text{NaClO}_4$  в присутствии винильного мономера, если: а) на электродах происходит одноэлектронный перенос; б) перхлорат-анион значительно устойчивее перхлорат-радикала.

Какие мономеры будут легче полимеризоваться в этих условиях?

**79.** В каких условиях возможна радикальная полимеризация винильного мономера с образованием полимера, макромолекулы которого не содержат ни одного сочетания «хвост к хвосту»? Какой инициатор необходимо для этого использовать: 1) персульфат натрия; 2) АИБН; 3) бензоилпероксид; 4) трет-бутилгидропероксид?

**80.** При полимеризации стирола получен полимер с малой степенью полидисперсности и молекулярной массой 52000. Какой катализатор и в каком соотношении с мономером использовался при этом? Какие концевые группы наиболее вероятны для этого полимера?

### III. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ

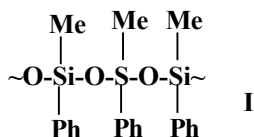
#### Раздел 1

**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.

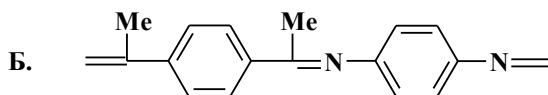
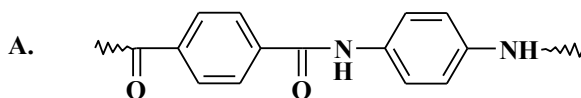
**Б.** 1) 1,4-Фенилендиизоцианат; 2) Акрилонитрил; 3) Пропен; 4) Этилендиамин.

Написать уравнения соответствующих реакций (и полимеризации и поликонденсации)



**2.** Из какого *стабильного* мономера и как можно получить полимер строения I?

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



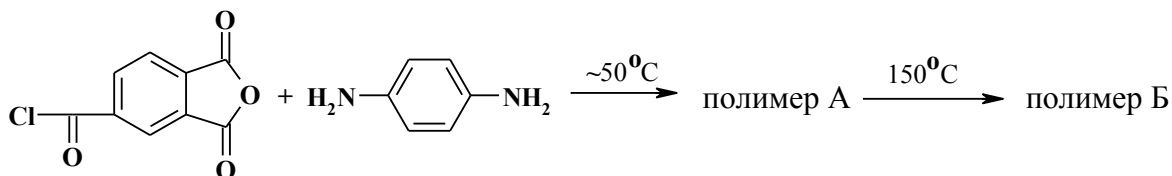
4. Какая реакция будет протекать, если смешать *при комнатной температуре и без добавления катализатора* следующие соединения:

1)  $\text{C1}(\text{CH}_2)_8\text{-C1}$ ; 2)  $\text{C1-CO}-(\text{CH}_2)_8\text{CO-C1}$ ; 3)  $\text{HO}(\text{CH}_2)_6\text{OH}$ ; 4)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$ ?

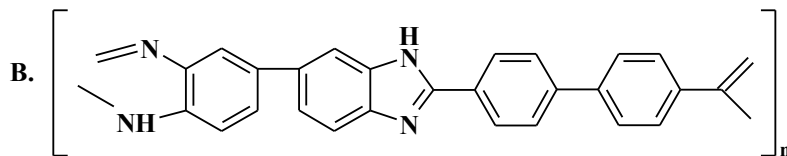
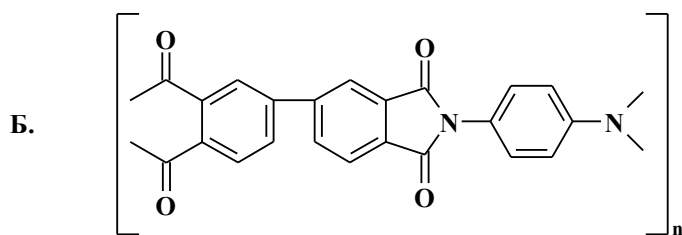
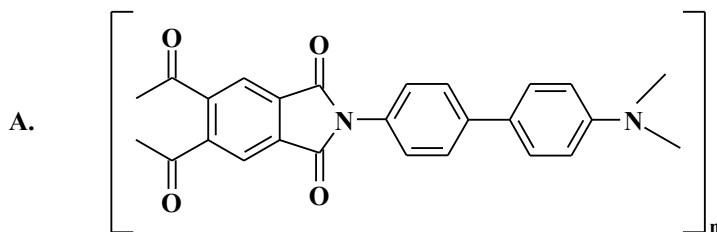
5. Предложите реакцию поликонденсации, где в качестве мономера используется углеводород.

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

7. Написать следующие реакции:



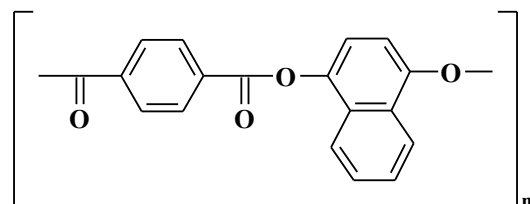
8. Из каких двух мономеров получен приведенный ниже полимер?



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

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

11. Какие (или какой) из приведенных ниже мономеров используют в



реакциях равновесной, а какие (или какой) в неравновесной? Приведите примеры. Использование какого мономера вряд ли целесообразно из-за его низкой реакционной способности?

1) Диамид терефталевой кислоты; 2) Дихлорангидрид терефталевой кислоты; 3) Пиромеллитовый диангидрид; 4) Диэтилтерефталат.

**12.** Какую максимальную молекулярную массу может иметь полимер, полученный при взаимодействии:

**А.** 14,6 г адипиновой кислоты  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  и 11,6 г гексаметилендиамина  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  в присутствии 0,122 г бензойной кислоты?

**Б.** 19,4 г диметилового эфира терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)_2$  и 6,2 г этиленгликоля в присутствии 0,15 г бутанола?

**13.** При поликонденсации лимонной кислоты и пентаэритрита  $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ , взятых в молярном соотношении 4:3 прореагировало 62% карбоксильных групп. Образует ли полученный полимер пространственную сетку?

**14.** Какое максимальное количество воды может остаться в реакционной смеси при поликонденсации *эквимольных* количеств терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$  и этиленгликоля  $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ , чтобы полученный полимер имел среднюю молекулярную массу 60000?

**15.** Какую среднюю молекулярную массу имеет продукт поликонденсации

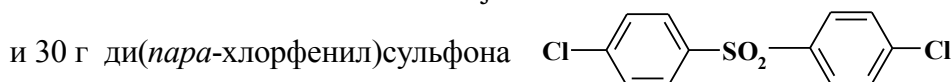
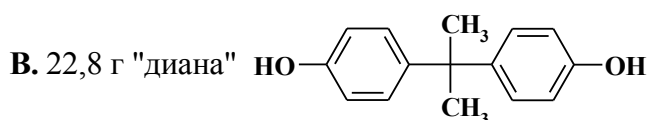
**А.** Адипиновой кислоты  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  и гексаметилендиамина  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ , взятых в молярном соотношении 1,05 : 1 при глубине поликонденсации 0,97?

**Б.** Терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$  и этиленгликоля  $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ , взятых в молярном соотношении 1 : 1,04 при глубине поликонденсации 0,96?

**16.** Какие концевые группы имеет полимер, полученный поликонденсацией:

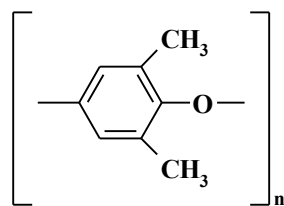
**А.** 16,6 г терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$  и 11,2 г *пара*-фенилендиамина  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$ ?

**Б.** 20,5 г диметилового эфира терефталевой кислоты  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)_2$  и 6,2



г этиленгликоля?

**17.** Получите полимер включающий в основную цепь атомы: **А.** меди; **Б.** Никеля.



18. Получите полимер, известный под аббревиатурой PPO:

19. При какой глубине поликонденсации начинается образование трехмерной структуры, если в поликонденсацию вводить:

А. Лимонную кислоту и глицерин в молярном соотношении 1:1?

Б. Терефталевую кислоту и глицерин в молярном соотношении 4:3 ?

В. Лимонную кислоту и пентаэритрит  $C(CH_2OH)_4$  в молярном соотношении 3:2 ?

Г. Фталевый ангидрид и глицерин в молярном соотношении 1,4:1 ?

20. В каком молярном соотношении необходимо взять адипиновую кислоту  $HOOC(CH_2)_4COOH$  и гексаметилендиамин  $H_2N(CH_2)_6NH_2$  для получения полиамида со средней молекулярной массой 10000 при глубине реакции 99,5% ?. Чем будут отличаться полимеры, полученные по *двум вариантам*, удовлетворяющим этому условию (различия касаются только *двух* звеньев макромолекулы) ?

21. Сколько бензойной кислоты нужно добавить в реакционную смесь, содержащую эквимольную смесь адипиновой кислоты  $HOOC(CH_2)_4COOH$  и гексаметилендиамина  $H_2N(CH_2)_6NH_2$ , для получения 100 г полимера со средней молекулярной массой 5000 при глубине реакции 99% ?

22. Проведя поликонденсацию 16,6 г терефталевой кислоты  $C_6H_4(COOH)_2$  и 10,2 г *para*-фенилендиамина  $C_6H_4(NH_2)_2$ , экспериментатор (вероятнее всего – студент) проверил свои расчеты и обнаружил ошибку, в результате которой был полученный полимер имеет слишком низкую молекулярную массу. В чем заключается ошибка и как ее исправить?

23. Сравнить долю димера и тетрамера по *числу молекул* и по *массе* при глубине *линейной* поликонденсации, равной 0,8.

24. В каком случае и почему поликонденсацию необходимо завершать в вакууме при повышенной температуре?:

1) Дихлорангидрид терефталевой кислоты и *para*-фенилендиамин;

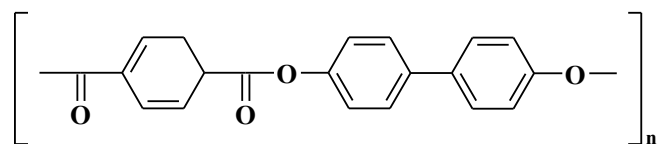
2) Окислительная дегидрополиконденсация 2,6-диметилфенола;

3) Диметиловый эфир терефталевой кислоты и этиленгликоль.

25. Для каких значений  $n$  наблюдается значительная вероятность циклизации и, следовательно, затруднения при проведении поликонденсации соединений  $HO(CH_2)_nCOOH$  ?: 1)  $n=2$ ; 2)  $n=3$ ; 3)  $n=4$ ; 4)  $n=5$



26. Из каких мономеров и каким *практическим* способом можно получить

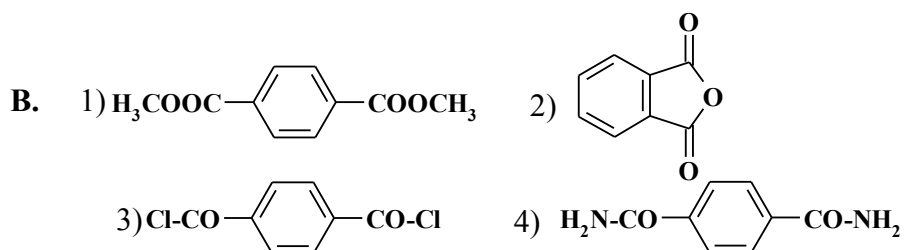


полимер приведенного ниже строения, имеющий *очень высокую* молекулярную массу?

27. Расположить мономеры в порядке *увеличения* способности к поликонденсации:

А. 1)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$ ; 2)  $\text{Cl-CO}(\text{CH}_2)_6\text{-CO-Cl}$ ; 3)  $\text{H}_2\text{N-CO}(\text{CH}_2)_6\text{-CO-NH}_2$ ;

Б. 1)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{OH}$ ; 2)  $\text{Cl-CO}(\text{CH}_2)_6\text{-OH}$ ; 3)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_6\text{-NH}_2$ ; 4)



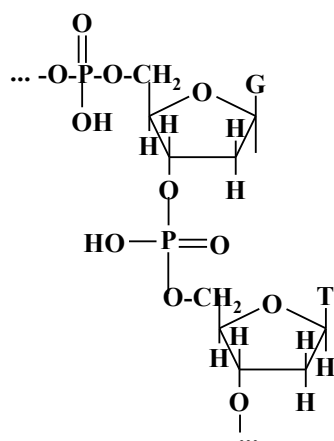
$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$

28. В каком случае поликонденсацию мономеров  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_n\text{CO-OCH}_3$  *особенно* нецелесообразно проводить в растворе?: 1)  $n=2$ ; 2)  $n=4$ ; 3)  $n=6$ ; 4)  $n=8$ .

29. Что произойдет, если к полиэфиру  $[-\text{O-R}^1\text{-O-CO-R}^2\text{-CO-}]_n$  добавить диамин  $\text{H}_2\text{N-R}^3\text{-NH}_2$  (в заметном количестве) и смесь нагреть до температуры, при которой обычно происходит равновесная поликонденсация? Как будет выглядеть структура продукта взаимодействия?

30. Как будут располагаться сложноэфирные и амидные связи в полимере, полученном при *равновесной* поликонденсации этиленгликоля и мономера формулы

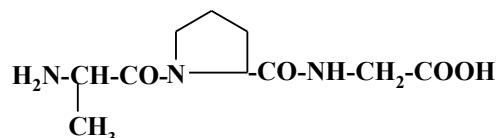
$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO-NH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ ? 1) чередоваться по схеме: одна эфирная - одна амидная; 2) чередоваться по схеме: две эфирные - две амидные; 3) располагаться случайным образом.



31. Из каких мономеров можно получить «на бумаге» полинуклеотид?

Из каких мономеров синтезируются полинуклеотиды *in vivo* (в клетке) (а также при полимеразной цепной реакции)?

32. Из каких мономеров получен трипептид строения:



33. Написать структуры двух любых (на выбор студента) полисахаридов, мономером для которых является:

А. D-глюкуроновая кислота.

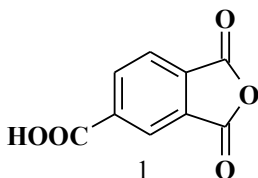
Б. N-ацетил-D-глюкозамин.

В. D-ксилоза.

## Раздел 2

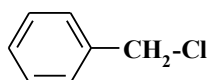
34. Написать реакции взаимодействия мономеров  $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_n\text{COCH}_3$  и  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_8\text{NH}_2$ , где  $n = 2, 3, 4, 5$ . В каких случаях поликонденсация затруднена?

35. Полиэфиримиды, 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 полиэфиримида.

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



простейшем случае - фенил), например:

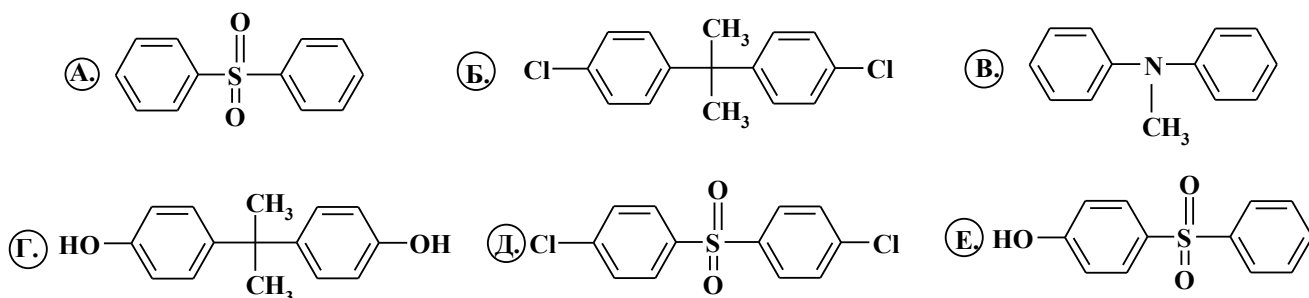
в присутствии катализаторов подвергаются гомополиконденсации с образованием *полибензолов*. Какого типа катализаторы здесь используются? Как идет поликонденсация?

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.

38. Какие из приведенных ниже соединений являются хорошими мономерами в реакциях поликонденсации, а для каких использование в качестве мономеров проблематично?



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).

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 ?

41. Привести примеры реакций полиацилирования и полиалкилирования, при которых в качестве низкомолекулярного продукта выделяется  $\text{KCl}$ . К какому типу поликонденсации – равновесному или неравновесному - относятся эти реакции ?

42. Среди приведенных ниже мономеров выбрать *пары*, для которых должна достаточно легко протекать сополиконденсация:

1)  $\text{CH}_3\text{COCOCCH}_3$ ; 2)  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$ ; 3)  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ ;

4)  $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_3\text{COCCH}_3$ ; 5)  $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{COCCH}_3$ ; 6)  $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_2\text{COCCH}_3$ .

Для каких пар поликонденсация будет затруднена протеканием конкурирующих реакций ?

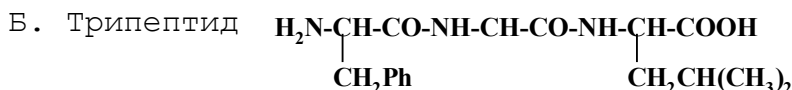
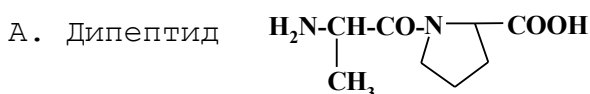
43. Получить методом поликонденсации полимер формулы  $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{CO}-]_n$  со средней молекулярной массой 12700, содержащий на одном из концов макромолекул группу  $\text{C}_6\text{H}_5$ . Какое соединение и в каком количестве нужно прибавить к мономеру для выполнения этой задачи?

44. Каким *химическим* способом можно определить молекулярную массу линейного полиамида, полученного сополиконденсацией дикарбоновой кислоты и диамина ? Для каких (или какого) полимеров, полученных по приведенным ниже вариантам, точность этого метода будет более или менее удовлетворительна, а для каких (или какого) – явно недостаточна ?

- 1) Эквимольное соотношение мономеров, глубина реакции 99,8%;
- 2) Эквимольное соотношение мономеров, глубина реакции 95%
- 3) 5%-й избыток одного из мономеров, глубина реакции 99,8%;
- 4) 5%-й избыток одного из мономеров, глубина реакции 95%

45. *Синтезировать:*

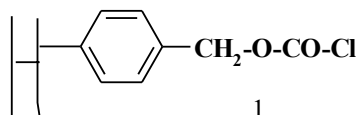
с использованием защитных и активирующих групп.



46. Какие из соединений формулы  $\text{Z}-\text{NH}-\text{CH}(\text{R})-\text{COOR}^1$  могут быть непосредственно использованы для образования пептидной связи в синтезе полипептидных цепей ?:

- 1)  $\text{R}^1 = \text{CH}_2\text{CN}$ ; 2)  $\text{R}^1 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ;
- 3)  $\text{R}^1 = \textit{para}$ -метоксифенил; 4)  $\text{R}^1 = \textit{para}$ -нитрофенил.

47. Если представить себе, что при твердофазном синтезе пептидов в



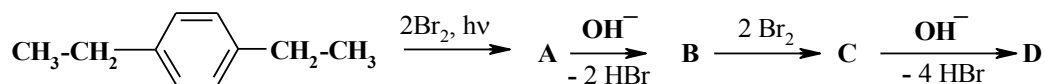
качестве полимерного носителя использовали полимер структуры 1:

то каким образом нужно было бы проводить синтез?

48. После проведения поликонденсации эквимольных количеств диметилтерефталата и этилендамина был получен полимер, на титрование навески которого массой 5 г пошло 5 мл 0,1 н р-ра  $\text{HCl}$ . Определить *массовую* долю молекул со средней степенью полимеризации 200 в данном полимере (на последней стадии расчетов самих вычислений не производить – привести только цифровые данные для расчета).

49. При поликонденсации двух мономеров, условно обозначенных как  $\text{a}-\text{R}^1-\text{a}$  и  $\text{b}-\text{R}^2-\text{b}$  при разных соотношениях мономеров (при прочих равных условиях) получают *высокомолекулярные* соединения с примерно одинаковой средней молекулярной массой. В каких условиях это возможно ? Предложите подходящие типы мономеров для проведения такой поликонденсации.

50. Для получения мономера была проведена следующая серия



превращений:

Полученный мономер подвергли окислению в присутствии комплекса  $\text{Cu}^+$  - амин. Написать приведенную выше цепочку реакций и структуру полученного полимера.

51. Как получить полиэфируретан

$\sim\text{CO-NH-C}_6\text{H}_4\text{-NH-CO-[O-(CH}_2\text{)}_2\text{-O-CO-(CH}_2\text{)}_4\text{-CO-]}_n\text{-O-(CH}_2\text{)}_2\text{-O}\sim$ , где  $n=10$  (в среднем) из *мономеров*? (синтез включает вначале поликонденсацию с образованием *олигомера*, а затем ступенчатую полимеризацию)

52. В ходе процессов репликации и транскрипции происходит синтез полинуклеотидных цепей в направлении  $5' \rightarrow 3'$ ; каждый акт поликонденсации включает взаимодействие концевой  $3'$ -группы растущей полимерной цепи с мономером –  $5'$ -нуклеозидтрифосфатом. Написать реакцию такого удлинения цепи на одно звено на примере  $\sim\text{A} \rightarrow \sim\text{A-C}$ .

53. При синтезе полинуклеотидов *in vitro* (вне организма) используют обычную стратегию синтеза полимеров с заданной первичной структурой: защищают все «лишние» группы мономеров, после чего вводят во взаимодействие две оставшиеся. Предложите синтез из мономеров дезоксирибодинуклеотида  $5'\text{-G-T-}3'$  ( $5'$  и  $3'$  – концевые группы); группы гетероциклического основания можно не защищать (для простоты, хотя реально это приходится делать).

54. 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. Полиэтилентерефталат, исходя из *para*-ксилола и этилена?

Б. Тиокольный каучук, исходя из этилена и неорганических соединений?

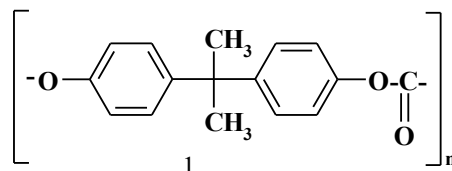
В. Термостойкий полимер – полиимид – из бензола и 1,2,4,5-тетраметилбензола (дурола).

### Раздел 3

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*para*-фенилентерефталамид, исходя из бензола и *para*-ксилола (в принципе можно даже из одного *para*-ксилола; хотя это и нерентабельно, но вспомнить органику полезно);

Б. Поликарбонат структуры 1,



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

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



из бутадиена-1,3

**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).

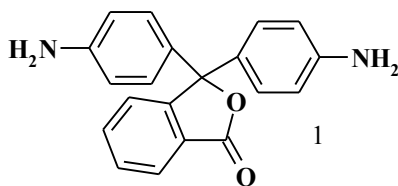
**57.** Для изготовления электроизоляционных пленок используют полимеры, называемые *полигидантоинами*. Для их получения применяют двухстадийный синтез:

1) Взаимодействие бис-глицидиловых эфиров  $\text{ROOC}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{R}^1-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOR}$  с диизоцианатами;

2) Циклизация полученного полимера с выделением спирта  $\text{ROH}$ .

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

**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 ?

**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?

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



при 4,8 м.д., дублет (2H) при 7,0 м.д., дублет (2H) при 7,3 м.д., а также синглет (1H) при 5,0 м.д., исчезающий при добавлении CD<sub>3</sub>OD (для упрощения картины будем считать, что на протонах групп NH и NH<sub>2</sub> сигналы не расщепляются). Определить строение трипептида и предложить путь его синтеза.

**67.** В спектре ЯМР <sup>1</sup>H мономера состава C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub> имеются всего два сигнала: синглет (6H) при 3,9 м.д. и дублет (2H) при 5,9 м.д. В ИК спектре имеется полоса поглощения при 1720 см<sup>-1</sup> и не имеется поглощения в области выше 3000 см<sup>-1</sup>. Каково строение этого мономера? С какими другими мономерами его можно ввести в реакцию сополиконденсации? (реально такие процессы проводятся в заметных объемах, в результате получают ценные полимерные продукты).

**68.** Предложите путь синтеза *окрашенного* полимера, исходя из *пара*-аминобензойной кислоты и этилена (вспомните, какие группы обуславливают окраску органических соединений).

### Лабораторные работы

#### Лабораторная работа № 1 Кинетика радикальной полимеризации

Исследуется механизм радикальной полимеризации стирола. Инициатор - Динитрилазо-бис-изомасляной кислоты.

#### Лабораторная работы № 2-3 Определение констант сополимеризации стирола и акриловой кислоты

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

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

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

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

#### Лабораторная работа № 8-9 Синтез тиокольного каучука



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**

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

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

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**

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**

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. Демполимеризация полиметилметакрилата**

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

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

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

#### **Лабораторная работа № 16-17. Метилцеллюлоза**

Метилцеллюлозу получают путем полимераналогичных превращений из хлопкового линта. 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.

**Лабораторная работа № 18. Заключительное обобщающее занятие**  
Обзор проведенных работ. Анализ и обсуждение полученных результатов.

**Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

**I. Оценка устных ответов:**

**Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

**Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

**Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

**Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

**II. Оценка умения решать ситуационные задачи:**

**Отметка "Отлично"**

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

**Отметка "Хорошо"**

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 незначительные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

**Отметка "Удовлетворительно"**

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.

2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Решение осуществлено только с помощью преподавателя.

2. Допущены существенные ошибки.

3. Решение и объяснение построены не верно.

### **III. Оценка письменных работ:**

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.

Примеры теста для проверки сформированности компетенций:

#### **ОПК-1**

1. Назовите основные преимущества высокомолекулярных соединений.

а. Недолговечность эксплуатации.

б. Простота переработки.

в. Плохая растворимость.

г. Малый удельный вес.

2. Какие полимеры являются гетероцепными:

а Полиизобутилен

б Полипропилен

в Поликарбонаты

г Полиэтилен

3. Синтетические полимеры полидисперсны. Почему это происходит?

а Из-за длительности синтеза.

б Плохо подобран растворитель.

в Случайный характер синтеза.

г Высокая температура синтеза.

4. Основные методы определения среднечисловых молекулярных масс.

а Рассеяние света.

б Криоскопия.

в Седиментация.

г Количественный анализ концевых групп.

#### **ОПК-6**

1. НАИБОЛЕЕ БЕЗОПАСЕН В РАБОТЕ:

1) алюмогидрид лития;

2) гидроксид калия;

3) реактив Гриньяра;

4) амид натрия.

2. НЕГОРЮЧИМ РАСТВОРИТЕЛЕМ ЯВЛЯЕТСЯ:

1) уксусная кислота;

2) хлороформ;

- 3) бензол;
- 4) диметилформамид.

**3. ОСОБЫЕ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ СЛЕДУЕТ СОБЛЮДАТЬ ПРИ РАБОТЕ С:**

- 1) гидроксидом натрия;
- 2) борогидридом натрия;
- 3) гидридом натрия;
- 4) карбонатом натрия.

**4. НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫМ РАСТВОРИТЕЛЕМ ПРИ ПЕРЕГОНКЕ ЯВЛЯЕТСЯ:**

- 1) тетрагидрофуран;
- 2) диоксан;
- 3) диизопропиловый эфир;
- 4) бутанол-1.

### **ПК-1**

**1. Какие требования влияют на проведение полимеризации в растворе?**

- а. Подготовка растворителя.
- б. Отвод тепла.
- в. Выпадение полимера.
- г. Отделение и регенерация растворителя.

**2. Как выбирают способ проведения полимеризации?**

- а. Высокая молекулярная масса полимера.
- б. Сложности в отводе тепла.
- в. Возможность дальнейшей переработки полимера.

**3. При проведении катионной полимеризации по стандартной методике необходимо исключить:**

- а. Использование низких температур.
- б. Нагревание реагентов выше 60<sup>0</sup>С.
- в. Использование абсолютно сухой аппаратуры.
- г. Продувку аппаратуры инертным газом.

**4. Линейную поликонденсацию в расплаве по стандартной методике проводят:**

- а. При низкой температуре.
- б. При высокой температуре.
- в. В отсутствие инертного газа.
- г. В вакууме.

### **ПК-7**

**1. КАК НАГРЕВАЮТ ОСОБО ОПАСНЫЕ ЛВЖ, НАПРИМЕР ДИЭТИЛОВЫЙ ЭФИР?**

- а. На песчаных банях.
- б. На масляных банях.
- в. На водяных банях с обратным холодильником.
- г. Нагревают с помощью горячей воды, нагретой вдали от рабочего места.

## **2. КАК ОБНАРУЖИВАЮТ ПЕРОКСИДЫ В РАСТВОРИТЕЛЯХ?**

а По появлению пузырьков газа.

б По появлению бурого цвета в растворе при добавлении подкисленного раствора иодистого калия.

в По появлению красного окрашивания после добавления крахмала в растворитель с подкисленным раствором иодистого калия.

г По помутнению раствора.

## **3. ПРИ ОЖОГАХ КОЖИ ЩЕЛОЧАМИ НЕОБХОДИМО:**

а. Промыть кожу раствором перманганатом калия.

б. Промыть водой.

в. Промыть водой и 1% раствором уксусной кислоты.

г. Промыть спиртом.

## **4. ПРИ ПОПАДАНИИ БРОМА НА КОЖУ НЕОБХОДИМО:**

а Вдыхать пары этилового спирта.

б Смыть бром большим количеством спирта.

в Смыть бром этиловым спиртом и смазать мазью от ожога.

г Смыть бром большим количеством воды