



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

Сидоркин Сидоркин В.А.
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)
« 15 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
Биоорганической химии и биотехнологии

Сидоркин Сидоркин В.А.
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)
« 15 » сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Высокомолекулярные соединения

Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

специализация «Медицинская химия»

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7
лекции 36 часов
практические занятия -/- час.
лабораторные работы 54 час.
в том числе с использованием MAO лек. 12 /лаб.18 час.
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.
в том числе с использованием MAO 30 час.
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
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 12.09.2016 № 1174.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Органической химии ШЕН протокол 724 (13/17) от 15 сентября 2017 г.

Врио заведующего кафедрой органической химии М.Е. Жидков
Составитель: к.х.н., доцент Калинина Т.А.

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)

ABSTRACT

Specialist's degree in 04.05.01 Fundamental and Applied Chemistry Specialization "Medical Chemistry"

Course title: Macromolecular compounds

Basic part of Block 1, 4 credits.

Instructor: Kalinina T.A.

At the beginning of the course a student should be able to:

The ability to abstract thinking, analysis, synthesis (GC-1).

The proficiency chemical experiment, the main synthetic and analytical methods of preparation and research chemicals and reactions (GPC-2).

The ability to use theoretical bases of fundamental sections of mathematics and physics in professional activity (GPC-3).

The proficiency of use of the modern equipment when carrying out scientific research (SPC-2).

Learning outcomes:

The ability to perceive, to develop and use the theoretical foundations of traditional and new sections of chemistry in solving professional problems (GPC-1).

The ability to apply the basic natural-science laws at discussion of the received results (SPC -4).

Course description:

Basic concepts and terms of polymer science, structure of macromolecule, theoretical and experimental methods of synthesis macromolecules, physic and chemical properties polymers, the determination of their structure, discussion of the results. The purpose of teaching of course is to acquaint the students with the specifically of polymeric state of matter, to analyze the similarities and differences of the methods of synthesis and properties of low molecular weight compounds (primary organic compounds), to introduce the physical and chemical properties of polymers

Main course literature:

1 Shabarov, YU.S. Organicheskaya khimii / YU.S. Shabarov// SPb: Lan', 2012, 848 s. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4037

2. Shishonok, M.V. Vysokomolekulyarnyye soyedineniya [Elektronnyy resurs] : ucheb. posobiye / M.V. Shishonok. - Minsk: Vysh. shk., 2012. - 535 s. <http://znanium.com/catalog/author/ab1fcc7a-6b4f-11e5-9e14-90b11c31de4c>

3. Klenin, V.I. Vysokomolekulyarnyye soyedineniya [Elektronnyy resurs] : ucheb. / V.I. Klenin, I.V. Fedusenko. — Elektron. dan. — SPb. : Lan', 2013. — 509 s. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5842

Form of final control: exam.

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Высокомолекулярные соединения»

Рабочая программа учебной дисциплины «Высокомолекулярные соединения» разработана для студентов 4 курса специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Медицинская химия» в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению. Входит в базовую часть учебного плана: Б1.Б.4.7. Трудоемкость дисциплины 4 зачетные единицы, 144 часа. Дисциплина включает 36 часов лекций, 54 часа лабораторных занятий и 54 часа самостоятельной работы (из них 27 часов отведены на экзамен), завершается экзаменом. Реализуется в 7 семестре.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика» и др. Знания, полученные в курсе «Высокомолекулярные соединения», используются при изучении специальных дисциплин, например, таких как «Органический синтез», «Механизмы органических реакций и стереохимия», 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. Сформировать 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. Сформировать 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. Сформировать 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, на особенности синтеза и поведения биополимеров.

Для успешного изучения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).
- Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).
- Способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности (ОПК-3).
- Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)	Знает	Основные методы исследования веществ и материалов. Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации. Базовые представления об электронной и пространственной структуре ВМС.
	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	Методами оценки и расчета термодинамических параметров полимеризации, методами оценки фазовых и физических состояний полимеров. Владеет навыками установления строения высокомолекулярных соединений физико-химическими методами.
Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4)	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; Применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
	Владеет	Способностью классифицировать методы синтеза полимеров.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Высокомолекулярные соединения» применяются следующие методы

активного/ интерактивного обучения: лекции-беседы, проблемные лекции, групповой разбор расчетных и экспериментальных химических задач.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 час.)

Раздел 1. Введение (2 час.)

Тема 1. Введение в теорию высокомолекулярных соединений (1 час)

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

Тема 2. Специфические свойства высокомолекулярных соединений (1 час).

Раздел 2. Синтез высокомолекулярных соединений (16 час.)

Тема 1. Основные принципы синтеза высокомолекулярных соединений; основные типы мономеров. Радикальная полимеризация (4 часа)

Реакции инициирования, роста, обрыва цепей. Основные типы инициаторов, их распад. Передача цепи на мономер, инициатор, примеси, «мертвый» полимер. Регуляторы и ингибиторы полимеризации. Кинетика полимеризации. Влияние различных факторов на скорость полимеризации и среднюю степень полимеризации. Радикальная сополимеризация, основные варианты. Практические и теоретические методы нахождения констант сополимеризации.

Тема 2. Ионная полимеризация (4 часа)

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 аллильных комплексов металлов. Полимеризация с вероятным промежуточным образованием карбенов.

Тема 3. Ступенчатая полимеризация (2 часа)

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

полимеризации, их теоретическое обоснование.

Тема 4: Поликонденсация (6 часов)

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)

Молекулярно-массовые характеристики. Практическая значимость молекулярно-массовых характеристик. Конфигурация макромолекул. Конфигурационные уровни макромолекул с центрами R,S-изомерии, л-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)

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

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

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

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

Тема 1: Особенности реагирования (2 час)

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

Тема 2: Реакции деструкции и сшивания макромолекул(2 час.)

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

Тема3: Интерполимерные реакции (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 (54 час.)

Лабораторная работа № 1 Кинетика радикальной полимеризации (4 час).

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

Лабораторная работы № 2 Определение констант сополимеризации стирола и акриловой кислоты (4 час).

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

Лабораторная работа № 3 Определение констант сополимеризации метилметакрилата с акриловой кислотой (4 час).

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

Лабораторная работа № 4 Эмульсионная полимеризация стирола (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 № 5 Катионная полимеризация стирола (4час).

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

катализатора.

Лабораторная работа № 6 Синтез тиокольного каучука (4 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 № 7. Поликонденсация лимонной кислоты и этиленгликоля (4 час).

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

Лабораторная работа № 8. Получение поливинилформаль (4час).

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

Лабораторная работа № 9. Определение содержания ацетальных групп в поливинилформале (4 час).

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 № 10. Окислительная деструкция поливинилового спирта иодной кислотой (4 час).

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

Лабораторная работа № 11. Деполимеризация полиметилметакрилата (4 час).

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

Лабораторная работа № 12. Сульфирование полистирола (4 час).

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

Лабораторная работа № 13. Метилцеллюлоза (6 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.

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.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
РАЗДЕЛ 1. Введение. РАЗДЕЛ 2. Синтез высокомолекулярных соединений	ОПК-1 ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1)	Сдача зачета и экзамена, вопросы №1 – 23
		Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам №№1-5 (ПР-6)	
		Владеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6) Тестовый контроль (ПР-1)	
РАЗДЕЛ 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел. РАЗДЕЛ 4. Химические реакции ВМС	ОПК-1 ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1) Проверка готовности к лабораторным работам №№ 6-8 (ПР-6)	Экзаменационные вопросы № 24-48
		Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 6-13 (ПР-6)	
		Владеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 6-13 Тестовый контроль (ПР-1)	

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. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. Учебник для бакалавров. М.: ЮРАЙТ, 2013.- 602 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:693294&theme=FEFU>
2. Семчиков Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д.. Введение в химию полимеров. М.:-Краснодар, 2012.- 151 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668970&theme=FEFU>
3. Шабаров, Ю.С. Органическая химии / Ю.С. Шабаров// СПб: Лань, 2012, 848 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4037
4. Шишонок, М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.В. Шишонок. - Минск: Выш. шк., 2012. - 535 с.
<http://znanium.com/catalog/author/ab1fcc7a-6b4f-11e5-9e14-90b11c31de4c>
5. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 509 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731712&theme=FEFU>
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5842

Дополнительная литература

(электронные и печатные издания)

1. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения / А.М. Шур. - М.: Высшая школа, 1966. - 504с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:239260&theme=FEFU>
2. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для академического бакалавриата / М. С. Аржаков [и др.] ; под ред. А. Б. Зезина. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 340 с.
<https://www.biblio-online.ru/book/vysokomolekulyarnye-soedineniya-413084>

**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.

https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=1

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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 лабораторным работам, 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 зачёт и 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 лабораторным работам 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 лабораторным работам.

4. Подготовка к зачёту/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 основных понятий. 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 собеседованию, тестированию, зачету и/или экзамену

При подготовке к собеседованию, тестированию, зачету и/или экзамену воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Необходимо знать ответы на все вопросы собеседования зачета и/или экзамена.

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.

Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к лабораторным работам просмотрите материалы лекций, рекомендованную литературу, а также методические рекомендации к лабораторным работам. В тетради для лабораторных работ опишите краткую теорию, цель и ход лабораторной работы. Выполните домашнее задание и ответьте на вопросы к лабораторной работе.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИ- ПЛИНЫ

Лекционная аудитория (экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150*настенно-потолочный моторизованный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305*229 , проектор BenQ MW 526 E).

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 спектрофото-метр 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 хромато-граф LC-6A Shimadzu, весы электронные лабораторные MW-тип, вакуумный насос ВН-461М, вакуумный насос Камовского, микроскоп МЛ-6, прибор для определения температуры плавления, роторный испаритель ИР-162.

Для самостоятельной работы используется читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox.

Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»
Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Специализация «Медицинская химия»
Форма подготовки очная**

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 1	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
2.	2 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 2	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
3.	3 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 3	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
4.	4 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 4	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
5	5 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 5	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
6.	6 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).

		работы № 6		
7	7 неделя	Подготовка к сдаче Теста 1 –первый модуль Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 7	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Прием домашних задач
8	8 неделя	Подготовка к сдаче Первого тестового контроля. Модуль 1. Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 8	2 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Тестовый контроль согласно рейтинг-плану (ПР-1)
9	9 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 9 Решение домашних задач	2 часа	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Прием домашних задач
10	10 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 10	1 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
11	11 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 11 Подготовка к тестовому контролю	2 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Тестовый контроль согласно рейтинг-плану. Модуль 2. (ПР-1)
12	12 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента	2 часа	Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).

		лабораторной работы № 12		
13	13 неделя	Подготовка к выполнению эксперимента лабораторной работы № 13	2 часа	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
14	14 неделя	Подготовка к тестированию	3 часа	Тестовый контроль согласно рейтинг-плану. Модуль 3 (ПР-1)
15	15-18 неделя	Подготовка к зачету	6 часов	Зачет
16	15-18 неделя	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

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

Самостоятельная работа включает подготовку к лабораторным работам (работа с литературой, проработка тем лекционных занятий), составление отчета по лабораторной работе, подготовку к опросу, тестированию, зачету и экзамену.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Самостоятельная работа студентов по подготовке к лабораторным работам включает в себя: проработку и анализ теоретического материала, составление плана выполнения лабораторной работы, описание проделанной работы (тексты, таблицы, схемы и т.п.).

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирования эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

Для подготовки к лабораторным работам необходимо составлять конспект предстоящей лабораторной работы, которую предстоит выполнить.

Конспект представляет собой краткую письменную запись содержания лабораторной работы, предназначенную для последующего восстановления информации с различной степенью полноты. Как и любой другой конспект, конспект лабораторной работы должен удовлетворять следующим требованиям: систематичность, логичность, связность текста. Если в целом записи не отражают логики полного текста, если между отдельными частями записей нет смысловой связи, то такие выдержки не представляют никакой информационной ценности при выполнении работ, то есть конспектом как таковым не является. В конспект включаются не только основные положения, но и доводы, их обосновывающие, конкретные факты и примеры, но без их подробного описания.

Ценность конспекта состоит в том, что студент волен вести записи так, как ему удобно. То есть не существует строго регламентированной последовательности как таковой, однако при этом существуют определенные способы ведения конспектов с соблюдением последовательности.

Наглядные и удобные конспекты, составляемые самостоятельно являются неотъемлемой частью подготовки к лабораторному занятию.

Критерии оценивания конспекта:

Параметр	Баллы
<ul style="list-style-type: none"> • систематичность, • логичность, • связность текста, • отражены основные положения, • приведены доводы, обосновывающие положения, • приведены конкретные факты и примеры 	100 – 86 (отлично)
<ul style="list-style-type: none"> • систематичность, • логичность, • связность текста, • отражены основные положения, • приведены доводы, обосновывающие положения, • отсутствуют конкретные факты и примеры 	85 – 76 (хорошо)
<ul style="list-style-type: none"> • систематичность, • логичность, • связность текста, • отражены основные положения, • отсутствуют доводы, обосновывающие положения, • отсутствуют конкретные факты и примеры 	75 – 61 (удовлетворительно)
<ul style="list-style-type: none"> • смысловая связь, выстроена нелогично • не отражены основные положения, • отсутствуют доводы, обосновывающие положения, • отсутствуют конкретные факты и примеры. 	60-50 (неудовлетворительно)

Задание на дом к лабораторным занятиям

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. 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 №4. 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 № 5. 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 № 6. 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 № 7. 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 № 8. Получение поливинилформала

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 № 9. 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 № 10. 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 № 11. 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 № 12. 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 № 13. 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.

Задание на дом по решению индивидуальных задач

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

Всего 12 задач с приведенными комментариями.

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.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в письменном виде в рабочей тетради.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов и экспериментов, список литературы, расчеты и т.д.

Структурно отчет по лабораторной работе комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме;
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.;
- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Рекомендации для подготовки к тестовому контролю

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовиться по вопросам соответствующего раздела/темы. Составить конспект наиболее важных понятий, законов, закономерностей, выписать все термины, дать им определение. Выписать расчетные формулы, дать понятие физического смысла рассчитываемых параметров.

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.

Оценивание выполнения тестовых заданий проводится по критериям:

100-86 баллов, оценка «отлично» - более 86 % ответов верные.

85-76 баллов, оценка «хорошо» - более 76, но менее 86% ответов верные.

75-61 балл, оценка «удовлетворительно» - более 61, но менее 75% ответов верные.

60-50 баллов, оценка «неудовлетворительно» - менее 60% ответов верные.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

**Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
специализация «Медицинская химия»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2017**

I. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)	Знает	Основные методы исследования веществ и материалов. Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации. Базовые представления об электронной и пространственной структуре ВМС.
	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	Методами оценки и расчета термодинамических параметров полимеризации, методами оценки фазовых и физических состояний полимеров. Владеет навыками установления строения высокомолекулярных соединений физико-химическими методами.
Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4)	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; Применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
	Владеет	Способностью классифицировать методы синтеза полимеров.

Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
РАЗДЕЛ 1. Введение. РАЗДЕЛ 2. Синтез высокомолекулярных соединений	ОПК-1 ПК-4	Знает	Собеседование (УО-1)
		Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка готовности к лабораторным работам №№1-5 (ПР-6)
		Владеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6) Тестовый контроль (ПР-1)
		Сдача зачета и экзамена, вопросы №1 – 23	

РАЗДЕЛ 3. Особенности физико-химического поведения полимерных тел. РАЗДЕЛ 4. Химические реакции ВМС	ОПК-1 ПК-4	Знает	Собеседование (УО- 1) Проверка готовности к лабораторным работам №№ 6-8 (ПР-6)	Экзаменационные вопросы № 24-48
		Умеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 6-13 (ПР-6)	
		Владеет	Собеседование (УО-1). Проверка отчетов по лабораторным работам № 6-13 Тестовый контроль (ПР-1)	

II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1)	знает	Основные законы химических реакций, особенности их протекания.	-знание основных понятий по методам изучения конкретных разделов дисциплины; -знание методов научных исследований по различным разделам дисциплины	Основные методы исследования веществ и материалов. Основные закономерности протекания реакций цепной полимеризации. Базовые представления об электронной и пространственной структуре ВМС.
	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.	Умение оценивать вклад тех или иных взаимодействий при химических превращениях полимеров, определить приоритеты и стратегию исследования, самостоятельно планировать и осуществлять эксперимент.	Способность 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	Способностью обобщать научный материал, применять полученную информацию в новой ситуации.	Владение терминологией предметной области знаний; -владение широким кругом методов экспериментального и теоретического изучения разделов дисциплины	Свободное владение методами оценки и расчета термодинамических параметров полимеризации, методами оценки фазовых и физических состояний полимеров. Владеет навыками установления строения высокомолекулярных соединений физико-химическими методами.
Способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов (ПК-4)	знает	Основные понятия и термины науки о полимерах, принципы классификации и основные особенности свойств полимеров.	Знание определений основных понятий предметной области дисциплины	Способность дать определения основных понятий и терминов науки о полимерах, сформулировать принципы классификации и основные особенности свойств полимеров
	умеет	Применять известные методы научных исследований на практике для решения поставленных задач;	Умение осуществлять идентификацию высокомолекулярных соединений	Идентифицировать полимеры по их химической формуле и пространственной форме, выбирать метод определения молекулярной массы для конкретного полимера и оценивать точность ее определения.
	владеет	Навыками практической работы с высокомолекулярными соединениями.	Владение терминологией предметной области знаний; владение широким кругом методов экспериментального и теоретического изучения разделов дисциплины	Владеет основами номенклатуры, классификации и методов синтеза полимеров.

**Методические рекомендации,
определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины
«Высокомолекулярные соединения»**

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

Виды промежуточной аттестации, предусмотренный по данной дисциплине – зачёт и экзамен, в устной и письменной формах, с

использованием следующих оценочных средств:

- устный опрос в форме собеседования;
- выполнение письменных заданий (решение задач).

**Вопросы для подготовки к экзамену (зачёту)
по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

1. Общие представления о высокомолекулярных соединениях. Специфические свойства высокомолекулярных соединений.
2. Классификация и номенклатура линейных высокомолекулярных соединений.
3. Молекулярно-массовые характеристики. Средние значения молекулярной массы. Практическая значимость молекулярно-массовых характеристик.
4. Конфигурация макромолекулы. Конфигурационные уровни макромолекул с центрами R,S -изомерии и центрами 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 пластомеры 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. Θ - 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, механо-химическая 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 образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения»

Форма обучения очная

Семестр 8 _____ учебного года

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

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 0,1 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?

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения»

Форма обучения очная

Семестр 8 _____ учебного года

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

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° . Чему равна r_2 ?

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

**Критерии выставления оценки студенту на зачёте/экзамене по дисциплине
«Высокомолекулярные соединения»:**

Баллы	Оценка зачёта/экзамена	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено» / «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено» / «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» проводится в форме контрольных мероприятий (УО-1, ПР-6, ПР-1) (опрос/собеседование перед выполнением лабораторных работ; выполнение лабораторных работ; тестирование, решение задач) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

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.

43. Каковы основные стадии окислительных превращений полимеров?

Примеры комплекта задач для индивидуального решения

РАДИКАЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

Раздел 1

I.1. Напишите механизмы полимеризации:

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

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

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

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

- А. а). Хлорид цинка; б). Азобисизобутиронитрил (АИБН); в) N,N-Диметил-1-нафтиламин; г). CCl_4 .

- Б. а). CuSO_4 ; б). TiCl_4 ; в). $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; г). FeSO_4

- В. а). $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$; б). $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$; в). FeCl_3 ; г). $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

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

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

- А. Обнаружено 0,1г дифенила

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

В. Выделилось 25 мл этана.

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

I.5. Определите:

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

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

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

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

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

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

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

1. Стирола; 2. 1,1-Дицианоэтилена; 3. α -Метилстирола; 4. Винилхлорида.

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

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

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

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

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

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

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

1,3,5-Трихлорбензол.

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

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

Напишите уравнения реакций, подтверждающих регуляторную функцию выбранных Вами соединений.

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

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

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

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

Напишите уравнения реакций, подтверждающих ингибиторную функцию выбранных Вами соединений.

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

а). 1,4-Нафтохинон; б). Гексахлорэтан; в). Октилмеркаптан; г). Дифенилпикрилгидразил ($C_6H_5)_2N-N \cdot -C_6H_2(NO_2)_3$.

I.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.

I.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].

I.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%.

I.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). $k_{и}$ увеличилась в 2 раза; б). $k_{р}$ увеличилась в 2 раза; в). $k_{и}$ уменьшилась в 4 раза; г). $k_{р}$ уменьшилась в 2 раза.

I.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 $P=3000$.

I.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 $C_{пс}=0,04$?

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?

I.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.

I.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?

I.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). α -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.

I.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). Додecilмеркаптан; в). 1,4-Нафтохинон; г). Тетрагидрофуран.

I.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?

I.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.

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

I.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.

I.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

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

I.26. При сополимеризации бутадиена и стирола при 60°C $r_1=1.4$; расположение мономерных звеньев в сополимере абсолютно случайное. Определите примерное значение константы r_2 .

I.27. При сополимеризации бутилакрилата с метилвинилкетонем при 50°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?

I.28. При сополимеризации акрилонитрила (А) с бутилвиниловым эфиром (В) при 60° 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.

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

I.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?

I.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).

I.32. 2-Хлорбутадиен не полимеризуется при 50°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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I.39. А. В одних и тех же условиях проводят полимеризацию: а). Винацетата; 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.

I.40. При полимеризации винацетата 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.

I.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?

I.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?

I.43. Приведите примеры ингибиторов радикальной полимеризации: 1. Содержащего в ИК спектре полосу поглощения при 3600 см^{-1} ; 2. Окрашенного

соединения, содержащего в ИК спектре полосы поглощения при 1670 и 1630 см⁻¹.

I.44. Один из способов получения привитых сополимеров – радикальная полимеризация мономера А, допустим, винильного мономера CH₂=CH(X) - в присутствии полимера (-В-)_n, допустим, полимера [-CH₂-CH(Y)-]_n, взятого в достаточно большой концентрации. Привитой сополимер образуется в результате передачи цепи от растущей цепи на «мертвый» полимер (-В-)_n.

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

I.45. Мономер полимеризуют по радикальному механизму: 1. При 70⁰С; 2. При 90⁰С; 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.

I.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?

I.47. Проведены два опыта радикальной полимеризации одного и того же мономера; в обоих опытах мономер полимеризовали в виде 5%-го раствора в бензоле при 70⁰С 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?

I.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.

I.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?

I.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?

I.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).

I.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?

I.53. При радикальной сополимеризации стирола (А) и винилацетата (В) при 60°C $r_1=2,0$, $r_2=0,1$. Какова будет структура сополимера, если в исходной смеси молярное соотношение А:В=1:2: а). АВВВАВАВВАВВ~; б). ААВААВААВА~; в) АВАВАВАВАВ~; г). ААААВВВВ~? Как нужно

изменить систему (не меняя температуру и не вводя специальных добавок), чтобы получить другую структуру сополимера (какую)?

I.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.

I.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)?

I.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.

I.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.

I.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 $Q=0,75$, $e=0,40$)?

I.59. С каким из приведенных ниже мономеров (В) сополимеризовали винилдипропиламин (А), если полученный сополимер имеет структуру АВАВВАВААВАВАВ~; а). 2-Метилпропен (изобутилен); б). Винилхлорид; в). Винилиденцианид; г). Бутилвиниловый эфир? Объяснить свой выбор.

I.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?

I.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

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

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

I.64. В ИК спектре поливинилхлорида обнаружено очень малоинтенсивное поглощение при 1380 и 1570 см^{-1} (NO_2) и 1740 см^{-1} . В спектре ЯМР ^1H этого полимера обнаружены два также малоинтенсивных сигнала в виде дублетов в интервале химических сдвигов 7,5-8,2 м.д.

Какое соединение использовалось в качестве инициатора при получении

этого полимера? (Считать, что полимеризация инициируется радикалами, непосредственно образующимися из инициатора, без их предварительной фрагментации).

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

I.66. При полимеризации в присутствии инициатора диазоаминобензола ($C_6H_5NH-N=N-C_6H_5$) 0,015 моль стирола (степень конверсии мономера 70%) получен полимер, содержащий 0,1% азота. Сколько непрореагировавшего инициатора осталось в реакционной смеси, если эффективность инициирования составляет 0,7, а начальное содержание инициатора - $5 \cdot 10^{-3}$ моль?

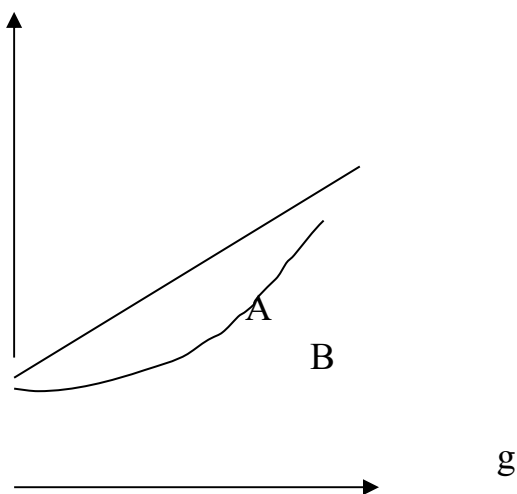
I.67. При полимеризации метилакрилата, проведенной до глубины 3%, средняя степень полимеризации продукта реакции составляет 40. В спектре ЯМР 1H полученного продукта имеются очень слабые сигналы протонов (1) в виде мультиплета в области 7,2-7,4 м.д. и протонов (2) в виде триплета при 2,5 м.д. Соотношение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

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

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

Если попытаться таким же образом присоединить к алкену $HC1$, то образуются продукты олигомеризации алкена. Объяснить и этот результат.

I.69. На приведенном ниже графике представлены зависимости вязкости системы (η) 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?

I.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?

I.71. При полимеризации винилиденхлорида (1,1-дихлорэтилена) в присутствии безоилпероксида 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)?

I.72. Соединение X имеет состав $C_{15}H_{24}O$. В его ИК спектре имеется полоса поглощения при 3600 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.

I.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.

I.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?

I.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?

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

I.77. При сополимеризации метилметакрилата (А) с акриловой кислотой (В) 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 А:В=4:1 соотношение интенсивностей сигналов 1:2 в сополимере составляет 10:1; при соотношении А:В=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)?

I.78. При сополимеризации винилхлорида (А) с винилиденхлоридом (В) при молярном соотношении А:В=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

II.1. Написать механизмы полимеризации:

- А.** Стирола в присутствии амида калия в жидком аммиаке
- Б.** Бутилвинилового эфира в присутствии тетрахлорида титана (сокатализатор на Ваше усмотрение)
- В.** *para*-Метоксистирола в присутствии $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$
- Г.** *para*-Нитростирола в присутствии бутиллития
- Д.** Метилакрилата в присутствии натрий-нафталина

Е. Пропена в присутствии системы $\text{Al}(\text{C}_3\text{H}_7)_3 - \text{ZrCl}_4$

Ж. Тетрагидрофурана в присутствии SbCl_5

З. Метилоксирана в присутствии амида натрия

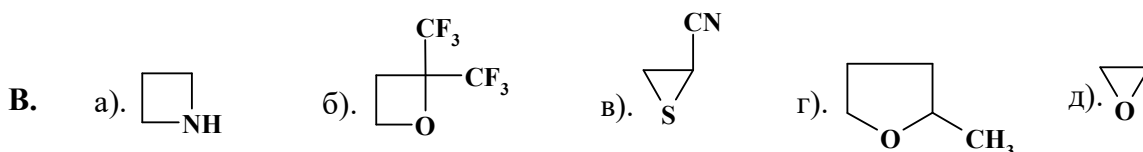
И. Изопрена в присутствии бутиллития.

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

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

Б. а). *para*-Этоксистирол; б). 2-(*para*-Нитрофенил)пропен; в). Метилловый эфир *para*-винилбензойной кислоты; г) 1-Диметиламино-4-винилнафталин;

д). 1-Винил-3,4.5-триметилбензол



II.3. Из приведенных ниже мономеров выбрать один:

А. *Имеющий склонность к катионной полимеризации:*

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

Б. *Не имеющий склонности к катионной полимеризации:* а). *para*-Диэтиламиностирол; б). Винилбензиловый эфир в). Диэтиловый эфир метиленмалоновой кислоты; г). Гексен-1.

В. *Имеющий склонность к анионной полимеризации:* а). Циклогексен; б). N-Винилпиперидин; в). Метилакрилат; г) 2,4-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 имеющий склонности к ступенчатой полимеризации:*

а). Капролактамы; б) 3-Этилоксетан; г). Пропиолактон; г). Винилацетат.

II.4. Какое соединение, ингибирующее радикальную полимеризацию, служит

мономером в ступенчатой сополимеризации? Написать уравнение реакции сополимеризации.

П.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*-Диметиламиностирол.

П.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.

П.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). $FeCl_3$.

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

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

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

Б. а). $Al(Et)_3 - TiCl_4$; б). Na – нафталин; в). $TiCl_4 - HCl$; г). $Al(Et)_3 - WCl_6$

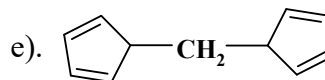
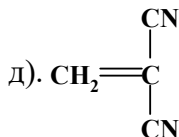
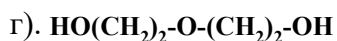
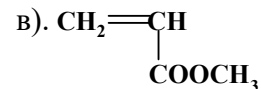
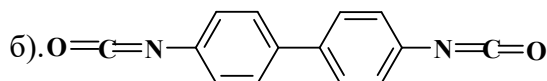
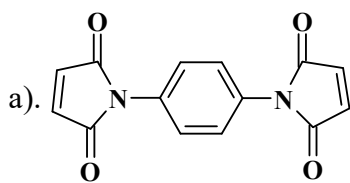
В. а). $Fe_2(SO_4)_3$; б). $SbCl_5$; в). H_2SO_4 ; г). BF_3

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

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

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

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



сополимеризации: 1. Ионной; 2. Ступенчатой:

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

A. Системы для полимеризации (мономер – катализатор): а). Стирол – Li; Al(Et)₃ + TiCl₄.

Добавленный реагент - ¹⁴CH₃OH.

B. Системы для полимеризации (мономер – катализатор): а). Этиленоксид – KOH; б). Стирол – тритилперхлорат Ph₃C⁺; в). 4-Винилпиридин – Na-нафталин; г). Метилметакрилат – ClO₄⁻; д). N-Винилпирролидин – FeCl₃; е). Тетрагидрофуран – TiCl₄; ж). Бутилвиниловый эфир – FeCl₃.

Добавленный реагент - CH₃OD.

II.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). α-Метилстирол; в). Бутилвиниловый эфир; г) Метилакрилат.

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

а). Натрий-нафталин; б) TiCl₄-HCl; в). AlCl₃-HOH; г). KNH₂ – NH₃жидк.

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

RRRRRRRRRRRR~ (или SSSSSSSSSSSSS~)

Какая из каталитических систем при этом использовалась:

A. а). H₂SO₄; б). Al(Et)₃-TiCl₄; в). AlCl₃-HCl; г). АИБН.

Б. а). Бензоилпероксид- FeCl_2 ; б). Трифенилметилперхлорат; в). Хлорид алюминия – бензилхлорид; г). Триэтилалюминий – дициклопентадиенилдихлорид титана.

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

А. $\text{RSRRRSSRSRSSSSRSRR}\sim$

Б. $\text{RRRRRRRRRRRRRRRRRR}\sim$ (или $\text{SSSSSSSSSSSSSSSSSS}\sim$).

П.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.

П.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.

П.19. Написать реакции передачи цепи на мономер:

А. При полимеризации стирола под действием $\text{TiCl}_4\text{-HCl}$;

Б. При полимеризации бутилвинилового эфира под действием $\text{AlCl}_3\text{-НОН}$.

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

А. При полимеризации N-винилпиридина под действием $\text{SbCl}_5\text{-НОН}$;

Б. При полимеризации 4-метилстирола под действием $\text{BF}_3\text{-НОН}$;

В. При полимеризации тетрагидрофурана под действием $\text{AlCl}_3\text{-HCl}$.

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

А. При полимеризации стирола под действием $\text{BF}_3\text{-НОН}$;

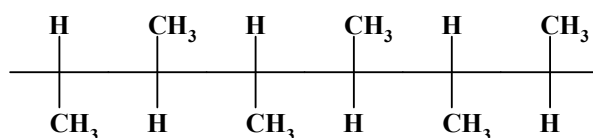
Б. При полимеризации бутилвинилового эфира под действием $\text{TiCl}_4\text{-HCl}$.

П.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.

П.23. При полимеризации 10% раствора бутилвинилового эфира в гексане в присутствии $AlCl_3-HON$ 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?

П.24. Написать механизм полимеризации, при которой образуется



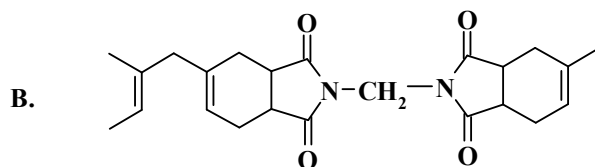
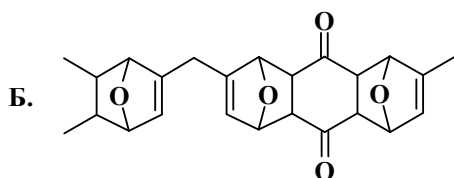
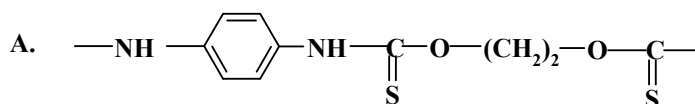
полипропилен следующей пространственной структуры:

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

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

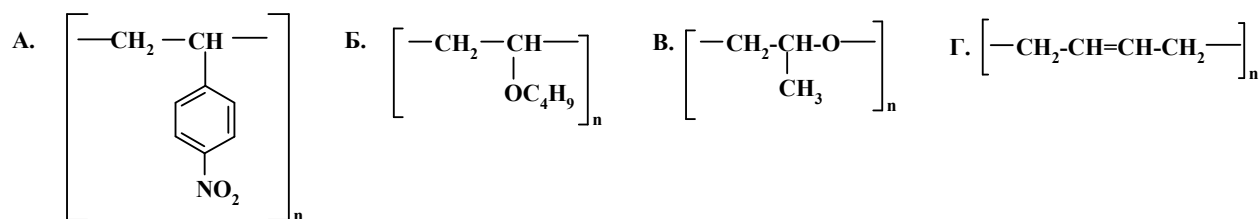
а). Нонатетраен-1,3,6,8; б) Нонатриен-1,3, 6; в) Нонадиен-1,8; г). Нонен-1.
Предложите (на Ваш выбор) второй мономер для сополимеризации.

П.26. При сополимеризации каких мономеров получают полимеры:



К какому типу полимеризации относятся реакции получения этих полимеров?

П.27. Предложите условия (катализатор, растворитель) для синтеза методами ионной полимеризации следующих полимеров:



П.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 OC_2H_5 ?:

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

П.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.

П.30. При каком из приведенных ниже процессов полимеризации молекулярная масса продукта будет равномерно расти с ростом глубины процесса?

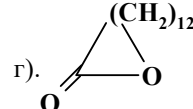
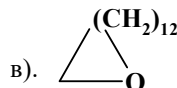
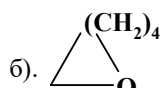
- а). Капролактам в присутствии малого количества воды; б) Стирол в присутствии $\text{BF}_3\text{—НОН}$; в). Бутадиен-1,3 в присутствии бутиллития; г). Циклогептен в присутствии $\text{Al}(\text{Et})_3\text{—WCl}_6$.

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

- А. а). Стирол; б). 1,2-Дифенилэтилен (стильбен); в). 2-Метил-1,1-Дифенилэтилен; г). 1,1-Диферилэтилен.
 Б. а). Тетрагидрофуран; б). Циклопентан; в). Лактон $\square\square$ гидроксипропионовой кислоты; г). Триметиленоксид.

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

- А. а). Гексен-3; б). Гексен-2; в). Гексен-1; г). Циклогексан.
 Б. а). 1-Винилнафталин; б). 1-Пропенилнафталин; в). 1-Винил-2-метилнафталин; г). 1-Винил-8-метилгафталин.
 В. а). Тетрагидропиран; б). Этиленоксид (оксиран); в). Метилоксиран; г). Тетрагидрофуран.



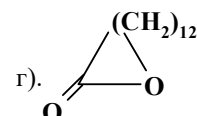
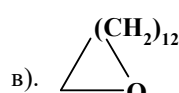
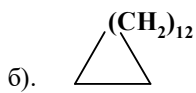
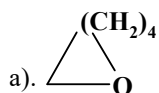
Г.

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

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

Б. а) 1,2-Дифенилэтилен; б). 1,1-Дифенилэтилен; в). Стирол; г). Метилстирол.

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



Г.

П.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.

А. 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?

П.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.

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

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

Раздел 2

П.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.

П.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.

П.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 $N(C_2H_5)_2$?

П.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. α -Метил-*пара*-метоксистирола; 3. Нитроэтилена;
4. 2-Метилбутадиена-1,3.

П.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). $A =$ Винилметилэфир; $(-B)_n =$ полистирол; б). $A =$ стирол, $(-B)_n =$ полиизобутилен; в). $A =$ стирол, $(-B)_n =$ полиметилакрилат; г). $A =$ изобутилен, $(-B)_n =$ полиакрилонитрил.

Катализатор – $TiCl_4-HCl$.

Б. а) $A =$ стирол, $(-B)_n =$ полиизобутилен; б). $A =$ акрилонитрил, $(-B)_n =$ поливинилметилэфир; в). $A =$ стирол, $(-B)_n =$ полиакрилонитрил;

г) А=изобутилен, (-В-)_n= полиметилметакрилат.

Катализатор – KNH₂.

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

А. Стирола и *пара*-нитростирола

Б. Стирола и *пара*-метоксистирола.

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

Не забудьте правильно подобрать механизм полимеризации.

П.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. TiCl₄-HCl; **б).** Натрий- нафталин; **в).** KNH₂ в жидком аммиаке; **г).** Бутиллитий.

П.44. Приведены четыре мономера:

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

Предложите схемы получения *блок-сополимеров* :

А. аааааа...аббббббб...б~

Б. бббббб...бввввввв...в~

В. гггггггг...гааааа...а~

Г. вввввввв...вааааа...а~

П.45. Проведены реакции ионной сополимеризации *пара*- замещенных стиролов CH₂=CH-C₆H₄-X и CH₂=CH-C₆H₄-Y. Выбрать наиболее подходящий из предложенных ниже заместителей Y, если:

А. Катализатор NaNH₂; r₁=5,0, r₂=0,2; X=COOCH₃

а). Y=CN; **б).** Y=H; **в).** Y=NO₂; **г)** Y=SO₃H

Б. Катализатор BF₃-НОН; r₁= 0,3, r₂=5; X=CH₃

а). Y=H; **б).** Y=C(CH₃)₃; **в).** Y=COOCH₃; **г).** Y=COCH₃

В. Катализатор SbCl₅-HCl; r₁=5,0, r₂=0,5; X=H

а). Y=Br; **б).** Y=C(CH₃)₃; **в).** Y=CH₃; **г).** Y=C₂H₅

Г. Катализатор LiC₄H₉; r₁=10, r₂=0,2; Y= Cl

а). Y=NO₂; **б).** Y=CN; **в).** Y=SO₃H; **г).** Y=H

П.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.

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

А. Боковой полиэтиленоксидной цепи к подходящему *биополимеру*.

Б. Поликапролактамной цепи к полиакриловой кислоте.

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

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

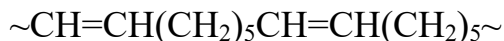
П.50. Какие из перечисленных соединений можно использовать для обрыва «живых» цепей при катионной полимеризации, какие – при анионной, а какие – в обоих случаях?

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

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

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

П.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). LiC_4H_9 ; г). NaNH_2 .

Из какого конкретно мономера получен этот полимер?

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

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

П.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?

П.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].

П.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.

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

а) $MgPr_3$; б). HCl ; в) $SbCl_5$; г) Li ; д) $AlBr_3$; е) Нафталин

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

П.60 Ниже перечислены соединения, используемые при полимеризации в качестве инициаторов или катализаторов: 1) $SbCl_5$; 2) C_4H_9Li ; 3) $PhCO-O-O-CO-Ph$; 4) $Na_2S_2O_8$ 5) H_2O_2 ; 6) Натрий-нафталин. Какие из них целесообразно выбрать для проведения полимеризации: а) в блоке; б) в растворе; в) в эмульсии; г) в суспензии.

Раздел 3

П.61. Полимер, полученный путем ионной полимеризации, содержит 61,5%

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

П.62. Спектр ЯМР ^1H образца *полистирола* показал, что в нем содержится небольшое количество групп CH_2 , связанных с бензольным ядром (одна группа $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ примерно на 20 групп CHC_6H_5). Средняя степень полимеризации стирола $P=200$. По какому механизму полимеризовали стирол и как возникли группы $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$?

П.63. Раствор 0,41 г неизвестного полимера присоединяет 0,8г брома. Спектр ЯМР ^1H этого полимера показывает наличие только групп CH_2 и $\text{CH}=\text{}$. Каково строение этого полимера, из какого мономера его можно получить путем полимеризации и каким образом можно осуществить полимеризацию?

П.64. Неизвестный полимер содержит 48,6% углерода, 8,2% водорода и 43,2% серы. По данным спектра ЯМР ^1H он содержит фрагменты $\text{CH}_2\text{-S}$, 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?

П.65. Сополимер получен из двух мономеров, имеющих *одинаковый состав*. Сополимер содержит 55,8% углерода, 7,0% водорода, остальное – кислород. Спектр ПМР содержит сигналы групп CH_2 , CH и два синглетных сигнала групп CH_3 . В ИК спектре имеется уширенная полоса поглощения в области 1740 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)?

П.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*).

П.67. α -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 C=C и почему?

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

П.69. Полимер содержит 66,7% углерода и 11,1% водорода, остальное – кислород. В его спектре ЯМР ^1H 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?

П.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 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?

П.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 ^1H 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 см^{-1} . Написать уравнение сополимеризации и структуру образующегося сополимера.

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

П.73. Полимер содержит 87,5% углерода и 12,5% водорода. В его спектре ЯМР ^1H 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?

П.74. При полимеризации циклооктена получен полимер с молекулярной массой 22000; его макромолекулы содержат в качестве одной концевой группы бензильную группу 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?

П.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?

П.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 ^1H образца 2 – *три* сигнала протонов в этой области. Какое строение имеет и каким образом получен каждый из этих образцов?

П.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 см^{-1} и нет поглощения выше 3100 м^{-1} ; в спектре ЯМР ^1H 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 OH ; данные спектра ПМР указывают на наличие одной группы CH_2 и двух одинаковых ароматических систем.

Определить структуры мономеров и написать уравнение их сополимеризации.

П. 78. Какой механизм полимеризации будет иметь место при электролизе раствора 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?

П.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?

П.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

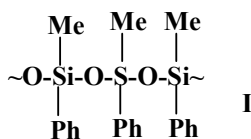
Раздел 1

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

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

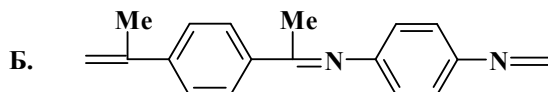
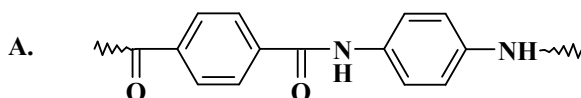
Б. 1) 1,4-Фенилендиизоцианат; 2) Акрилонитрил; 3) Пропен; 4) Этилендиамин.

Написать уравнения соответствующих реакций (и полимеризации и поликонденсации)



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

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



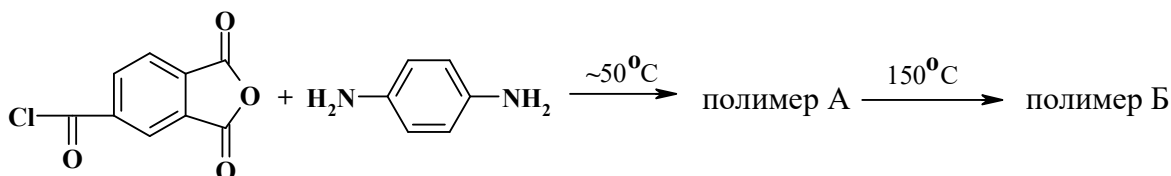
III.4. Какая реакция будет протекать, если смешать *при комнатной температуре и без добавления катализатора* следующие соединения:

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

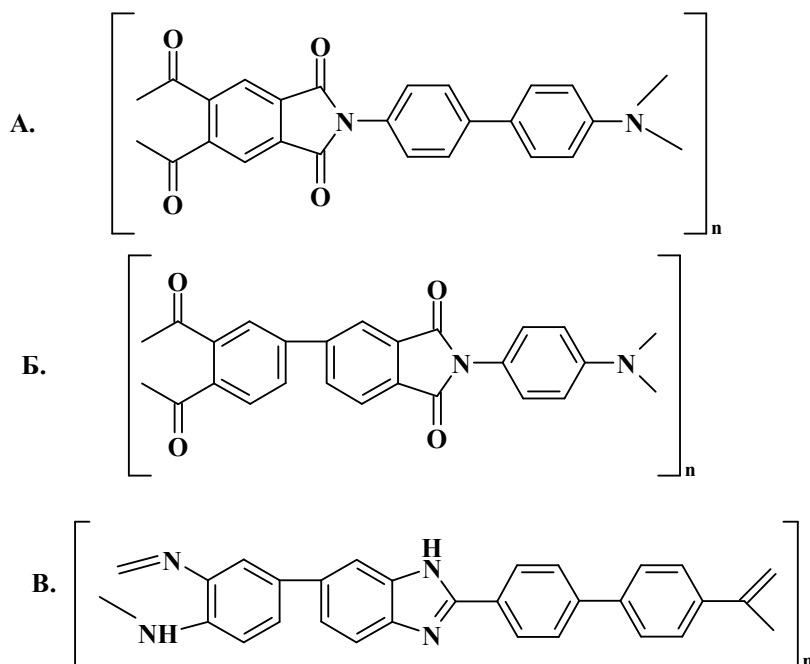
III.5. Предложите реакцию поликонденсации, где в качестве мономера используется углеводород.

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

III.7. Написать следующие реакции:



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



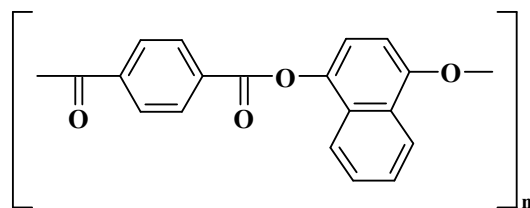
III.9. Предложить синтез приведенного ниже полимера по реакциям



равновесной и неравновесной поликонденсации.

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

III.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.

III.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?

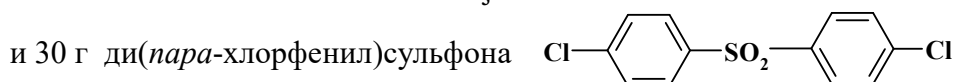
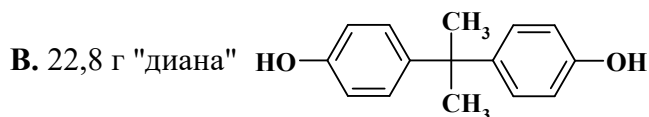
III.13. При поликонденсации лимонной кислоты и пентаэритрита $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$, взятых в молярном соотношении 4:3 прореагировало 62% карбоксильных групп. Образует ли полученный полимер пространственную сетку?

III.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?

- III.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?

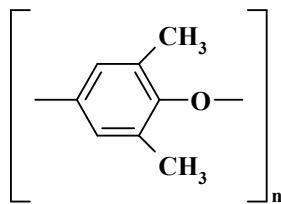
III.16. Какие концевые группы имеет полимер, полученный поликонденсацией:
А. 16,6 г терефталевой кислоты $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ и 11,2 г *para*-фенилендиамина $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$?

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



этиленгликоля?

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



III.18. Получите полимер, известный под аббревиатурой PPO:

III.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 ?

III.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) ?

III.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% ?

III.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?

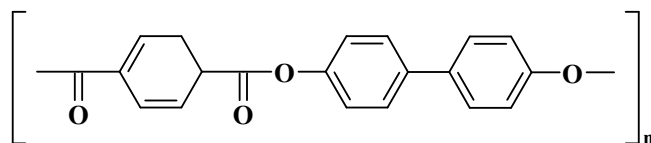
III.23. Сравнить долю димера и тетрамера по числу молекул и по массе при глубине *линейной* поликонденсации, равной 0,8.

III.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.

III.25. Для каких значений n наблюдается значительная вероятность циклизации и, следовательно, затруднения при проведении поликонденсации соединений $\text{HO}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$?: 1) $n=2$; 2) $n=3$; 3) $n=4$; 4) $n=5$

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

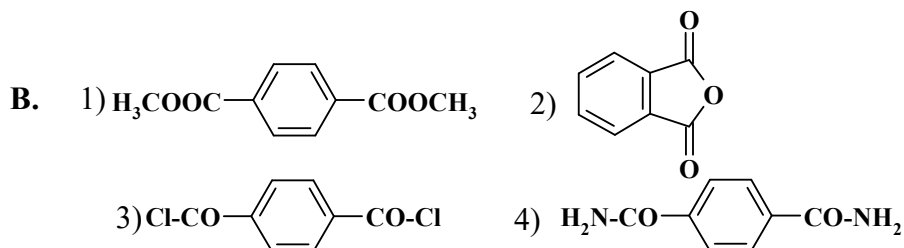


полимер приведенного ниже строения, имеющий *очень высокую* молекулярную массу?

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

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

B. 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)



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

III.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) $n=8$.

III.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?

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

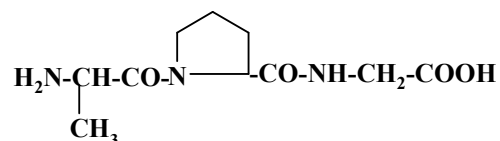
формулы

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

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

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

III.32. Из каких мономеров получен трипептид строения:



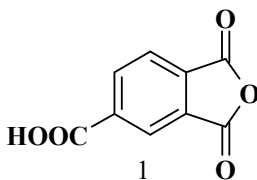
III.33. Написать структуры двух любых (на выбор студента) полисахаридов, мономером для которых является:

- А. D-глюкуроновая кислота.
- Б. N-ацетил-D-глюкозамин.
- В. D-ксилоза.

Раздел 2

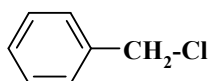
III.34. Написать реакции взаимодействия мономеров $\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_n\text{COCH}_3$ и $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_8\text{NH}_2$, где $n = 2,3,4,5$. В каких случаях поликонденсация затруднена?

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



Написать схему синтеза полиэфиримида.

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



простейшем случае - фенил), например:

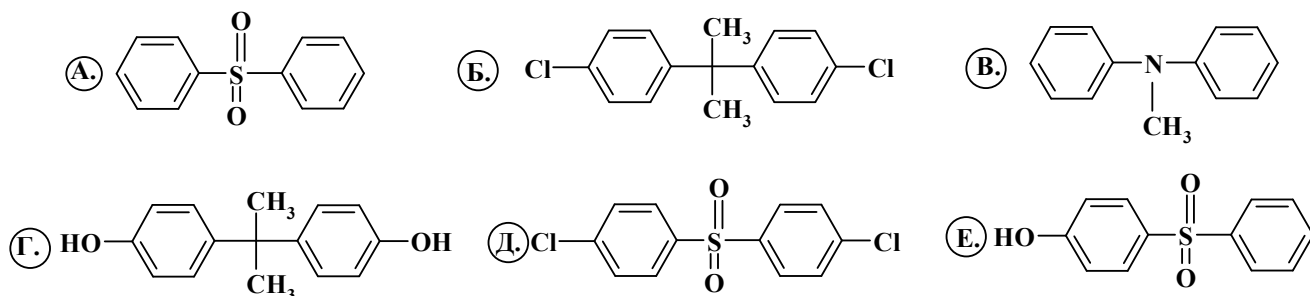
в присутствии катализаторов подвергаются гомополиконденсации с образованием *полибензолов*. Какого типа катализаторы здесь используются? Как идет поликонденсация?

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

A. Реакций альдольно-кетоновой конденсации

B. Реакций алкилирования и ацилирования по Фриделю-Крафтсу.

III.38. Какие из приведенных ниже соединений являются хорошими мономерами в реакциях поликонденсации, а для каких использование в



качестве мономеров проблематично?

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

III.40. Полимеры, имеющие строение: 1) $[-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{CO}-]_n$; 2) $[-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{O}-]_n$;

3) $[-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{NH}(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-]_n$, получены путем *неравновесной* поликонденсации. В каком случае и почему производство полимера требует особых мер предосторожности ?

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

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

Для каких пар поликонденсация будет затруднена протеканием конкурирующих реакций ?

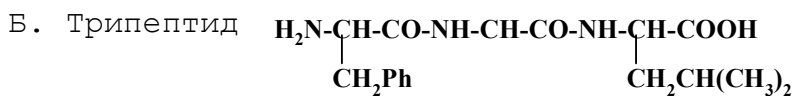
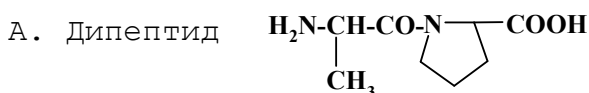
III.43. Получить методом поликонденсации полимер формулы $[-\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{CO}-]_n$ со средней молекулярной массой 12700, содержащий на одном из концов макромолекул группу C_6H_5 . Какое соединение и в каком количестве нужно прибавить к мономеру для выполнения этой задачи?

III.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) Эквимолярное соотношение мономеров, глубина реакции 99,8%;
- 2) Эквимолярное 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%
- 5)

III.45. Синтезировать:

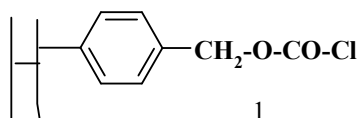
с использованием защитных и активирующих групп.



III.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.

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

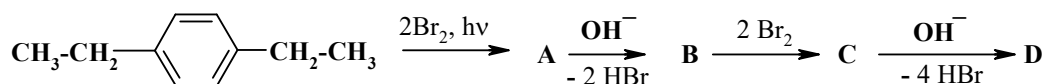


качестве полимерного носителя использовали полимер структуры 1: то каким образом нужно было бы проводить синтез?

III.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 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).

III.49. При поликонденсации двух мономеров, условно обозначенных как a-R¹-a и b-R²-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.

III.50. Для получения мономера была проведена следующая серия



превращений:

Полученный мономер подвергли окислению в присутствии комплекса Cu⁺-амин. Написать приведенную выше цепочку реакций и структуру полученного полимера.

III.51. Как получить полиэфируретан

~CO-NH-C₆H₄-NH-CO-[O-(CH₂)₂-O-CO-(CH₂)₄-CO-]_n-O-(CH₂)₂-O~, где n=10 (в среднем) из *мономеров*? (синтез включает вначале поликонденсацию с образованием *олигомера*, а затем ступенчатую полимеризацию)

III.52. В ходе процессов репликации и транскрипции происходит синтез полинуклеотидных цепей в направлении 5'→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 ~A → ~A-C.

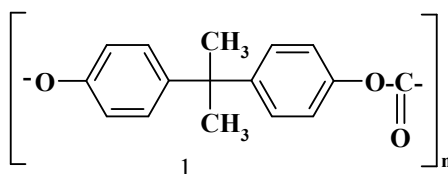
III.53. При синтезе полинуклеотидов *in vitro* (вне организма) используют обычную стратегию синтеза полимеров с заданной первичной структурой: защищают все «лишние» группы мономеров, после чего вводят во взаимодействие две оставшиеся. Предложите синтез из мономеров *дезоксирибодинуклеотида* 5'-G-T-3' (5' и 3' – концевые группы); группы

гетероциклического основания можно не защищать (для простоты, хотя реально это приходится делать).

- III.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

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

III.56. В спектре ПМР полимера содержатся только сигналы в области 7,2-7,5 м.д. В спектре ЯМР ^{13}C этого полимера наряду с сигналами в области 128-130 м.д. имеется сигнал четвертичного атома углерода при 70 м.д. Предложить структуру, удовлетворяющую этим условиям и путь синтеза этого полимера (задача имеет не одно решение).

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

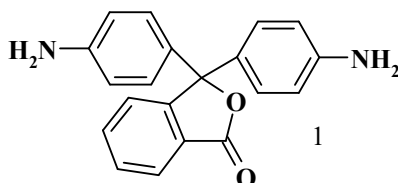
1. Взаимодействие бис-глицидиловых эфиров $\text{ROOC}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{R}^1-\text{NH}-\text{CH}_2-$

COOR с ди-

изоцианатами; 2) Циклизация полученного полимера с выделением спирта ROH.

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

III.58. Для получения одной из разновидностей термостойких полимеров – так



называемых «кардовых» полиимидов используют мономер формулы 1:

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

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

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

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

Какую структуру имеет полимер и как можно его получить?

III.61. Неизвестный полимер, полученный сополиконденсацией двух мономеров, содержит 61,7% углерода, 5,9% водорода, 20,6% кремния. В его спектре ЯМР ^1H имеется мультиплетный сигнал ароматических протонов и *синглетный* сигнал алифатических протонов; соотношение сигналов ароматических и алифатических протонов 5:3. Предложите структуру полимера и путь его синтеза.

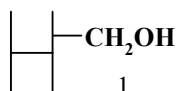
III.62. Неизвестный полимер, состоящий из углерода, водорода, кислорода и азота, содержит в ИК спектре (наряду с другими полосами) полосы поглощения при 1670 и 3300 cm^{-1} . Его спектр ЯМР ^1H состоит только из двух дублетов с

КССВ порядка 8 Гц: при 8,1 м.д., и при 7,3 м.д.; дублеты имеют одинаковую интенсивность. Установить строение этого полимера и получить его по реакциям равновесной и неравновесной поликонденсации.

III.63. Получите методом поликонденсации *блок-сополимер*, состоящий из блоков, содержащих в среднем по 40 полиамидных звеньев и блоков, содержащих в среднем по 20 полиэфирных звеньев. Свои соображениями подкрепите некоторыми количественными данными.

III.64. Предложите реакцию поликонденсации, приводящую к образованию полимера, в котором чередуются две сложноэфирные и две амидные связи.

III.65. Как известно, для твердофазного синтеза полипептидов (синтеза на полимерной основе) используется *хлорметилованный* сополимер стирола с



1,4-дивинилбензолом. Как можно было бы использовать в этих целях *гидроксиметилованный* этот же сополимер, схематично обозначенный «пиктограммой» 1?

Теоретически возможны два подхода: по одному растущую цепь прикрепляют с С-конца (как и при использовании хлорметилованного сополимера); по второму – с N-конца. Как осуществить эти варианты? (для осуществления второго сополимер 1 надо предварительно модифицировать действием производного угольной кислоты).

III.66. Имеется трипептид, спектр ЯМР ^1H которого содержит следующие сигналы (не учитывая сигналов группы NH_2 в N-концевом звене, групп NH пептидных связей и группы COOH в С-концевом звене): в N-концевом звене – дублет (3H) при 1,2 м.д., квартет (1H) при 4,5 м.д.; в среднем звене – синглет (2H) при 4,3 м.д.; в С-концевом звене – дублет (2H) при 2,8 м.д., триплет (1H) 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_3OD (для упрощения картины будем считать, что на протонах групп NH и NH_2 сигналы не расщепляются). Определить строение трипептида и предложить путь его синтеза.

III.67. В спектре ЯМР ^1H мономера состава $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$ 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^{-1} и не имеется поглощения в области выше

3000 см⁻¹. 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).

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

Примеры тестовых заданий по основным модулям дисциплины

ВМС (химия) Синтез ВМС Тест-вариант 1

- 1. ИНИЦИАТОРОМ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МОЖЕТ СЛУЖИТЬ**
 - 1) 3,6-диметилпиридазин
 - 2) 1,4-диметил-1,4-дигидропиразин
 - 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 инициировании Ph-CO-O-O-CO-Ph + PhNMe₂
 - 2) стирола при инициировании Me₂C(CN)-N=N-C(CN)Me₂
 - 3) винилхлорида при инициировании Me₂C(CN)-N=N-C(CN)Me₂
 - 4) винилхлорида при инициировании K₂S₂O₈

- 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-дигидроксинафталин
В) бензилхлорид
Г) фосфат натрия
Д) персульфат калия
Е) додецилмеркаптан
Ж) тетрабромметан

ОТВЕТЫ 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____

Установите правильную последовательность

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

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

Особенности физико-химии

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 отсутствии 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- α -метилстирол 2) поликапролактан

1) полибутадиен 4) полиизопрен

7. ПРИ РАСТВОРЕНИИ ПОЛИМЕРОВ ЭНТРОПИЯ СИСТЕМЫ

1) всегда уменьшается

2) всегда увеличивается

3) не меняется

4) в большинстве случаев уменьшается

5) в большинстве случаев увеличивается

6) в большинстве случаев не меняется

8. СТЕПЕНЬ СРОДСТВА РАСТВОРИТЕЛЯ И ПОЛИМЕРА ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ

1) первым вириальным коэффициентом

2) вторым вириальным коэффициентом

3) обоими этими коэффициентами

Установите правильную последовательность

9. ВОЗРАСТАНИЕ ГИБКОСТИ МАКРОМОЛЕКУЛ

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

Установите соответствие

**10. ВЛИЯНИЕ НА ГИБКОСТЬ
МАКРОМОЛЕКУЛ**

ФАКТОРЫ

- 1) Увеличение гибкости
2) Уменьшение гибкости

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

ОТВЕТЫ 1 _____ 2 _____

ВМС (химия)

Химические свойства ВМС

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) полибугадиена

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

Установите правильную последовательность

8. УВЕЛИЧЕНИЕ ЛЕГКОСТИ ПОЛИМЕРАНАЛОГИЧНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КИСЛОТ

- 1) поливинилформаль 2) полиакриламид 3) полиметилметакрилат

Установите соответствие

9. ВОЗМОЖНОСТЬ ДЕСТРУКЦИИ

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

ПРОЦЕСС

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

ОТВЕТЫ 1 _____ 2 _____ 3 _____

Критерий оценки (устный ответ)

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценки лабораторной работы

100-86 баллов - выставляется студенту, если студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, как будут рассчитываться погрешности. Студент отвечает правильно на вопросы преподавателя. Измерения проведены самостоятельно. Правильно заполнены таблицы. После выполнения работы может показать, как проводились измерения и при необходимости их повторить. Работа выполнена в полном объеме, фактических ошибок, связанных с пониманием темы, нет; работа оформлена правильно.

85-76 - баллов - выставляется студенту, если студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, как будут рассчитываться погрешности. Были допущены 1-2 ошибки при самостоятельном проведении измерений. Значения занесены в таблицы с ошибками. Работа выполнена в полном объеме, допущено не более 1 ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя; работа оформлена правильно.

75-61 балл - студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет представление, что и каким способом будет измеряться. При самостоятельном проведении измерений было допущено не более 3 ошибок. Значения занесены в таблицы с ошибками. Работа выполнена в полном объеме, сделаны верные выводы, допущено не более 2 ошибок при ответе на дополнительные вопросы преподавателя. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.