

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института химии
д.х.н., профессор И.Ю. Горячева

"19" 06 2023 г.



Рабочая программа дисциплины
Высокомолекулярные соединения




Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профили подготовки бакалавриата
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ
Аналитическая химия и химическая экспертиза
Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шиповская А.Б.		19.06.23
Председатель НМК	Крылатова Я.Г.		19.06.23
Заведующий кафедрой	Шиповская А.Б.		19.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» являются:

- формирование у будущего бакалавра химии понимания основ науки о полимерах и ее важнейших практических приложений, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его профильной подготовки;
- формирование навыков коллективной (парной и групповой) работы при выполнении химического эксперимента;
- формирование у будущих специалистов профессионально значимых коммуникативных навыков;
- воспитание ответственности за качество приобретаемых знаний, умений и навыков;
- формирование навыков самостоятельной работы с учебными и учебно-методическими материалами.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» (Б1.О.14) относится к обязательной части (Блок 1 «Дисциплины (модули)») учебного плана по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профили подготовки «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ», «Аналитическая химия и химическая экспертиза» и «Физическая химия» и преподаётся в 5 семестре.

Данная дисциплина обеспечивает логическую и содержательно-методическую взаимосвязь между химическими, математическими и физическими дисциплинами базовой части блока Б1 «Дисциплины», преподаваемыми в 1–4 семестрах, с химическими дисциплинами базовой и вариативной частей блока Б1 «Дисциплины» и производственными практиками блока Б2 «Практики», преподаваемыми в 6–8 семестрах.

Материал дисциплины базируется на знаниях по неорганической, органической и физической химии, химических основ биологических процессов, физики и математики в объеме курсов ООП по направлению подготовки 04.03.01 «Химия».

Для успешного освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» обучающийся должен:

- знать основные понятия и законы химии: атом, молекула, химический элемент; атомная масса, относительная атомная масса; массовое число изотопа; молекулярная масса, относительная молекулярная масса; моль – единица количества вещества; молярная (молярная) масса; эквивалент, эквивалентная масса; законы сохранения массы, стехиометрии, постоянства состава, Авогадро, эквивалентов, идеальных газов; чистые вещества и смеси;
- владеть способами выражения концентраций растворов (моляльной, молярной, эквивалентной, нормальной, процентной), знать единицы концентрации в системе СИ,
- знать строение молекул, характерные свойства полярной и неполярной ковалентной связи, ионной связи;
- знать строение, основные химические свойства и способность к полимеризации (поликонденсации) углеводов, спиртов, фенолов, простых эфиров, оксосоединений, карбоновых кислот, оксо- и оксикислот, углеводов, аминов, гетероароматических соединений;
- владеть основами стереохимии и конформационной изомерии органических соединений;
- владеть основами химической термодинамики, знать понятия и определения: термодинамические переменные, интенсивные и экстенсивные величины, обратимые и необратимые процессы, теплота и работы различного рода, первый и второй законы термодинамики, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, фундаментальные уравнения Гиббса, характеристические функции, энергия Гельмгольца;
- знать осмотические явления, область применимости уравнения Вант-Гоффа, общее рассмотрение коллигативных свойств растворов;
- знать основы фазовых равновесий систем с участием низкомолекулярных соединений;

– знать основы математического анализа: элементы теории множеств, операции над множествами, символы математической логики, N-мерное арифметическое пространство, расстояние между точками, основные элементарные функции, график функции, обратная функция, число e, натуральные логарифмы, неопределенные и определенные интегралы, тригонометрические ряды, ряды и преобразование Фурье.

Знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения», необходимы для последующего изучения дисциплин базовой и вариативной части блока Б1 «Дисциплины» – «Аналитическая химия», «Коллоидная химия», «Алгоритмические подходы в статистической термодинамике», выполнения блока Б2 «Практики» – выполнения «Научно-исследовательской практики», «Преддипломной практики» и выпускной квалификационной работы бакалавра (государственная итоговая аттестация, 8 семестр).

3. Результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» формируются следующие компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<p>ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p> <p>ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общие представления о принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах, включая последние новейшие достижения в этой области, – химические свойства высокомолекулярных соединений, особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул, – основные физические свойства полимерных тел и физико-химические свойства растворов полимеров, – области применения полимеров и материалов на их основе; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – планировать и осуществлять синтез полимеров различными методами по готовым методикам, – определять средневязкостную молекулярную массу полимеров методом вискозиметрии, – применять на практике (по готовым методикам) некоторые методы исследования полимеров, <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основными теоретическими представлениями о физической природе и особенностях полимерного состояния вещества, – основами синтеза высокомолекулярных соединений.
ОПК-2. Способен проводить с	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные нормы техники

<p>соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>безопасности при работе в лабораторных условиях и основные правила работы с химическими реактивами</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – реализовать нормы техники безопасности в лабораторных условиях при получении и модификации полимеров, определении их физико-химических свойств. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками эксперимента по синтезу полимеров, – навыками работы с химическими реактивами и приборами с соблюдением норм техники безопасности и требований охраны труда при изучении свойств полимеров, – навыками анализировать и перерабатывать полученную информацию, математической обработки результатов эксперимента.
<p>ПК-1 Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.</p> <p>ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающих их от свойств низкомолекулярных соединений, – классификацию и номенклатуру полимеров, – особенности полимерного состояния вещества, <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться научной и справочной литературой по химии высокомолекулярных соединений и смежным направлениям; – представлять совокупность полученных знаний и собственных результатов исследований в виде устных отчетов и оформления лабораторных экспериментов, – прогнозировать свойства и эксплуатационные возможности полимеров на основании их молекулярной и надмолекулярной организации, агрегатного, фазового и физического состояний и др., – анализировать научную литературу в ходе самостоятельной работы с целью получения новых знаний. <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с литературой, интернет-источниками, анализировать и перерабатывать полученную информацию, – навыками экспериментальной работы с конденсированными (массивными)

		полимерами и их растворами с использованием некоторых методов исследования высокомолекулярных соединений, – навыками математической обработки результатов эксперимента.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Се-мес-тр	Не-де-ля се-ме-стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные работы		СР	Иная контактная работа	Контроль	Всего	
					Общая трудоемкость	Из них практическая подготовка					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Введение, основные понятия и определения	5	1	2	4	2	2	2		10	Проверка конспекта лекций Семинар
2	Классификация полимеров	5	2	2	10	2	2	2		16	Проверка конспекта лекций Семинар
3	Синтез полимеров. Радикальная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Координационно-ионная полимеризация. Поликонденсация	5	3-6	8	12	8	8	8		36	Проверка конспекта лекций Письменный отчет в лабораторном журнале Семинар Учебная дискуссия
4	Химические свойства и химические превращения полимеров	5	7-8	4	12	4	4	4		24	Проверка конспекта лекций Семинар Письменный отчет в лабораторном журнале Учебная дискуссия
5	Характеристика изолированных макромолекул. Конфигурация макромолекул и конфигурационная изомерия.	5	9-10	4	12	4	4	4		24	Проверка конспекта лекций Семинар Письменный отчет в лабораторном журнале

	Конформационная изомерия и конформация макромолекулы.										
6	Макромолекулы в растворах. Термодинамика растворов полимеров. Методы определения молекулярных масс полимеров. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Концентрированные растворы полимеров и гели.	5	11-15	10	12	10	10	10		42	Проверка конспекта лекций Письменный отчет в лабораторном журнале Семинар Учебная дискуссия
7	Полимерные тела. Структура и основные физические свойства полимерных тел	5	16-17	4	10	6	4	4		22	Проверка конспекта лекций Письменный отчет в лабораторном журнале Семинар Учебная дискуссия.
8	Заключение	5	18	2	–	–	2	2		6	Проверка конспекта лекций Контрольная работа
9	Промежуточная аттестация	5	–	–	–	–	–		36	36	Экзамен
Итого: часов				36	72	36	36	36	36	216	

4.2. Содержание дисциплины

1. Введение, основные понятия и определения.

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение (ММР). Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая). Нормальное (наиболее вероятное) распределение. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.

2. Классификация полимеров.

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, топологии макромолекул. Однотяжные и двухтяжные макромолекулы. Природные, синтетические и искусственные полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры. Дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Биополимеры, основные

биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.

3. Синтез полимеров.

Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Классификация цепных полимеризационных процессов.

Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Псевдоживая радикальная полимеризация. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Полимеризация при глубоких степенях превращения. Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и других факторов; схема Q-e. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.

Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса.

Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. «Живые цепи».

Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера-Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров.

Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов. Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.

4. Химические свойства и химические превращения полимеров.

Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные и внутримолекулярные превращения. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров.

Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).

Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитые и блок-сополимеры – основные принципы синтеза и их физико-химические свойства.

5. Характеристика изолированных макромолекул.

Конфигурация макромолекул и конфигурационная изомерия. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры.

Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики

гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина). Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты). Полимер-полимерные комплексы синтетических и природных полимеров. Кооперативные конформационные превращения.

6. Макромолекулы в растворах.

Термодинамика растворов полимеров. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер-растворитель. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание. Зависимость растворимости от молекулярной массы. Физико-химические основы фракционирования полимеров.

Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и Θ -температура (Θ -условия). Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости.

Методы определения молекулярных масс полимеров. Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров. Определение размеров макромолекул. Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Определение молекулярных масс методами ультрацентрифугирования и диффузии.

Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы. Уравнение Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка.

Диффузия макромолекул в растворах. Гельпроникающая хроматография как метод оценки молекулярной массы полимеров.

Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты). Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей). Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Электростатическая энергия ионизированных макромолекул. Специфическое связывание противоионов. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах. Изоэлектрическая и изоионная точка. Амфотерные полиэлектролиты.

Концентрированные растворы полимеров и гели. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров. Лиотропные жидкокристаллические системы и их фазовые диаграммы. Особенности реологических и механических свойств концентрированных растворов.

7. Полимерные тела.

Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.

Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.

Термомеханические свойства аморфных полимеров – три физических состояния.

Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Принцип температурно-временной суперпозиции.

Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.

Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.

Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Механические модели аморфных полимеров.

Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Принципы формования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков. Композиционные и наполненные полимеры.

Долговечность полимерных материалов и механизм разрушения полимеров. Теоретическая и реальная прочность полимеров. Ударная прочность полимеров.

8. Заключение.

Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы промышленного производства полимеров.

4.3. Лабораторные работы.

Лекционному курсу «Высокомолекулярные соединения» сопутствует выполнение студентами лабораторных работ, которые охватывают все основные разделы курса: синтез полимеров, химические превращения, физико-механические свойства, структура полимеров, растворы полимеров, полиэлектролиты. По каждому разделу обучающийся выполняет одну лабораторную работу. Таким образом, теоретические знания, полученные при прослушивании лекционного курса, закрепляются приобретением практических навыков работы с высокомолекулярными соединениями.

Структура лабораторных работ

№	Лабораторная работа
1.	Синтез пенопласта. Определение удельной поверхности пенопласта
2.	Определения содержания связанной уксусной кислоты в ацетате целлюлозы
3.	Определение энергии активации вязкого течения раствора полимера
4.	Полиэлектролиты. Изучение вискозиметрических свойств полиэлектролитов в водном и водно-солевом растворах
5.	Синтез полиметилметакрилата или поливинилацетата

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При освоении дисциплины «Высокомолекулярные соединения» используются следующие виды учебной работы и формы активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

1. Теоретическая подготовка: чтение лекций с использованием мультимедийного иллюстрационного материала в форме слайдов и анимационных фильмов.

2. Работа в учебной лаборатории: закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения творческих заданий.

3. Игровые методы обучения: проверка теоретических знаний и экспериментальных навыков в составе малых групп на семинарских занятиях и методом учебных дискуссий по конкретным разделам дисциплины.

4. Поисковый метод опережающей самостоятельной подготовки: самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы, Internet-ресурсов, информационных баз и т.п. при подготовке к лабораторным работам, семинарам, учебным дискуссиям и контрольной работе.

5. Обучение на основе опыта: встречи с представителями российских предприятий и зарубежных компаний химического профиля (ООО «Саратовский завод акриловых полимеров «АКРИПОЛ», ООО «СНВ», учеными из профильных учреждений РАН и др.).

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении синтеза полимеров, проведении реакций полимераналогичного превращения и сшивания, определении температурных и концентрационных зависимостей вязкости растворов полимеров. Формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии химии высокомолекулярных соединений происходит в рамках индивидуальных отчетов, учебных дискуссий и семинаров.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

Адаптивные образовательные технологии для лиц с ОВЗ и инвалидностью. Формы обучения и проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учётом индивидуальных психофизических особенностей. Варианты промежуточной аттестации в данном случае могут быть следующими: только устный ответ без письменного конспекта на бумаге, только письменный ответ (конспект ответа) на бумаге или письменный ответ (конспект ответа) на компьютере без устного ответа, ответ на зачётный билет в форме тестирования. При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 30% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

– освоение теоретического материала,

- составление конспектов по теме,
- поиск информации в сети Интернет (в частности, работа с «Макрогалереей») при выполнении дополнительных заданий, выдаваемых на лекции.

Примерные темы специальных заданий по поиску информации о применении полимеров в различных областях

1. Полимеры и продукты питания
2. Полимерные строительные материалы
3. Полимеры в косметике
4. Полимерные композиты
5. Полимерные нанокompозиты
6. Полимерные волокна

- подготовку к лабораторным работам,

Перечень лабораторных работ:

1. Синтез полимеров
2. Синтез пенопласта. Определение удельной поверхности пенопласта
3. Определения содержания связанной уксусной кислоты в ацетате целлюлозы
4. Определение энергии активации вязкого течения раствора полимера
5. Полиэлектролиты. Изучение вискозиметрических свойств полиэлектролитов в водном и водно-солевом растворах

- оформление лабораторных работ,

- подготовку к семинарам и учебным дискуссиям.

Примерные вопросы к учебным дискуссиям

Учебная дискуссия №1 «Синтез полимеров»

1. Определить тип механизма инициирования реакции полимеризации по значениям энергии активации стадий роста и обрыва цепи.
2. Провести расчет среднечисловой молекулярной массы полимера по заданным величинам констант роста, скорости обрыва и передачи цепи на мономер.
3. Провести расчет длины макромолекулярной цепи по заданным величинам скоростей роста и обрыва цепи.
4. Рассчитать величину константы скорости инициирования при заданных концентрациях мономера и инициатора по величине скорости инициирования.
5. Указать необходимые термодинамические условия для существования верхней и нижней предельной температуры полимеризации.
6. Оценить зависимость соотношения вероятностей линейной поликонденсации и циклизации для аминокислот от длины радикала, разделяющего карбоксильную и аминную группы.
7. Вычислить начальные соотношения компонентов реакции поликонденсации по заданной величине точки гелеобразования.
8. Рассчитать максимально возможную степень полимеризации в реакции поликонденсации по заданным начальным количествам мономеров.
9. Рассчитать начальные количества реагентов, необходимые для получения поликонденсационного полимера с заданной степенью полимеризации.
10. Оценить относительную склонность ряда мономеров к чередованию с метилметакрилатом в радикальной сополимеризации.
11. Указать вероятный тип сополимера для заданной пары мономеров в известных условиях.
12. Определить состав сополимера по величинам констант сополимеризации.
13. Указать характер влияния температуры на степень полимеризации циклического мономера в заданных условиях.

14. Оценить состав сополимера, полученного из известных мономеров путем анионной/катионной полимеризации.
15. Определить характер влияния природы растворителя на скорость полимеризации.
16. Рассчитать коэффициент эквивалентности для заданной смеси мономеров.
17. Определить наиболее эффективный инициатор для полимеризации некоторого мономера.
18. Определить структуру активного центра в реакции полимеризации.

Учебная дискуссия №2

«Химические свойства и химические превращения полимеров»

1. Оценить вероятность получения мономерного продукта при термической деструкции полимеров.
2. Определить конфигурационное строение полимерной цепи по химическому составу продуктов деструкции.
3. Указать наиболее эффективный способ получения блок-сополимера заданного состава.
4. Указать характерные закономерности процесса химического превращения полимера.
5. По виду кинетической кривой гидролиза стереорегулярного полиэфира определить характер распределения звеньев в продуктах гидролиза.
6. Оценить соотношение между температурами стеклования привитого сополимера и его индивидуальных компонентов.
7. Определить химический состав продуктов деструкции полимера.
8. Определить наиболее эффективный стабилизатор для процесса термоокислительной деструкции полимера.
9. По кинетике реакции хлорирования углеродородного полимера оценить характер распределения замещенных положений вдоль цепи.
10. Указать полимеры, образующие при пиролизе внутримолекулярные циклы при сохранении полимерной природы.
11. Указать методы, позволяющие отличить смесь гомополимеров от привитого сополимера.

Учебная дискуссия №3 «Макромолекулы в растворах»

1. Охарактеризовать зависимость нижней критической температуры растворения полимера от его молекулярной массы.
2. Охарактеризовать изменение второго вириального коэффициента при изменении температуры в интервале НКТР–ВКТР при заданном соотношении между критическими температурами.
3. Оценить величину относительного понижения упругости пара растворителя над раствором полимера по заданной величине свободной энергии смешения полимер–растворитель.
4. Оценить характер геометрической формы макромолекул по заданным величинам молекулярной массы, константы Марка-Куна-Хаувинка и характеристической вязкости.
5. Охарактеризовать зависимость характеристической вязкости раствора полимера с НКТР (ВКТР) от температуры.
6. Охарактеризовать изменение приведенной вязкости раствора полиэлектролита при изменении ионной силы раствора.
7. Охарактеризовать изменение параметров уравнения Марка-Куна-Хаувинка при изменении химической природы растворителя.
8. Охарактеризовать зависимость степени набухания полиэлектролитов от величины рН.
9. Указать характер связи между среднеквадратичным расстоянием между концами цепи макромолекул и характеристической вязкостью раствора.

10. Охарактеризовать изменение характеристической вязкости раствора полимера при добавлении осадителя.
11. Определить направление движения макромолекул белка в заданных условиях.
12. Охарактеризовать вид кривых потенциометрического титрования полиэлектролита.
13. Охарактеризовать изменение рН раствора полиэлектролита при добавлении низкомолекулярных электролитов.
14. Охарактеризовать зависимость второго вириального коэффициента в смеси двух растворителей от состава смеси.
15. Оценить соотношение между вискозиметрическими молекулярными массами полимера, определенным по данным вискозиметрии раствора в хорошем и в плохом растворителях.
16. Указать условия, позволяющие измерять молекулярную массу полиэлектролитов осмометрическим методом.
17. Охарактеризовать влияние рН на удельную вязкость растворов полиэлектролитов.

Учебная дискуссия №4 «Полимерные тела»

1. Оценить модуль упругости сшитого полимера по величине равновесной степени набухания.
 2. Сравнить величины остаточной деформации полимеров с различной структурой.
 3. Оценить температуру плавления полимера по заданным величинам термодинамических параметров процесса плавления.
 4. Указать характер зависимости упругости полимерного тела от температуры для идеальных и неидеальных эластомеров.
 5. Охарактеризовать вид рентгенограммы для растянутого образца кристаллического полимера.
 6. Охарактеризовать характер температурной зависимости деформации полимерного образца при постоянной нагрузке.
 7. Оценить величину температуры стеклования сшитого полимера по степени сшивки и величине механического сегмента.
 8. Охарактеризовать зависимость температуры стеклования от температуры для аморфных полимеров.
 9. Провести расчет долговечности образца нагруженного полимера при заданных условиях.
 10. Указать относительные величины температуры стеклования для полимеров известного химического состава.
 11. Охарактеризовать влияние скорости охлаждения расплавленного аморфного полимера на плотность стеклообразной полимерной матрицы.
 12. Охарактеризовать изменение интервала между температурами стеклования и текучести с увеличением молекулярной массы полимера.
- подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Формы текущего контроля – письменный отчет о выполнении лабораторной работы, индивидуальная беседа с преподавателем в диалоговом режиме по результатам выполнения и оформления лабораторной работы, групповой разбор материала на семинаре и учебных дискуссиях.

Формы промежуточной аттестации:

– контрольная работа, состоящая из двух частей – тестового опроса (часть А) и письменного ответа на вопросы (часть Б)

Примерные варианты контрольной работы:

Часть А (тестовый опрос)

Вариант 1

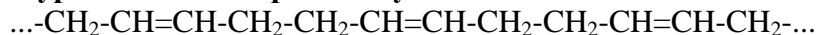
1. Можно ли назвать макромолекулой полимера молекулу олеиновой кислоты:



Ответ 1: да

Ответ 2: нет

2. Укажите структурное звено макромолекулы:



Ответ 1: $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$

Ответ 2: $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

Ответ 3: $=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$

Ответ 4: $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

3. Степень полимеризации макромолекулы равна ...

Ответ 1: отношению молекулярной массы макромолекулы к молекулярной массе структурного звена

Ответ 2: выходу полимера в реакции его образования

Ответ 3: отношению молекулярной массы структурного звена к молекулярной массе макромолекулы

Ответ 4: отношению массы мономера к массе образовавшегося полимера

4. Чему равна средняя молекулярная масса полиэтилена, если N макромолекул имеют молекулярную массу 280000, N макромолекул - 18000 и N макромолекул - 2000?

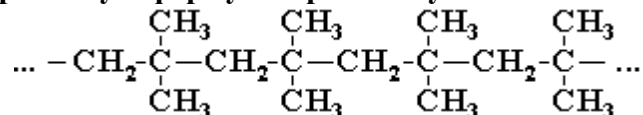
Ответ 1: 10 000

Ответ 2: 28 000

Ответ 3: 100 000

Ответ 4: 128 000

5. Определите геометрическую форму макромолекулы:

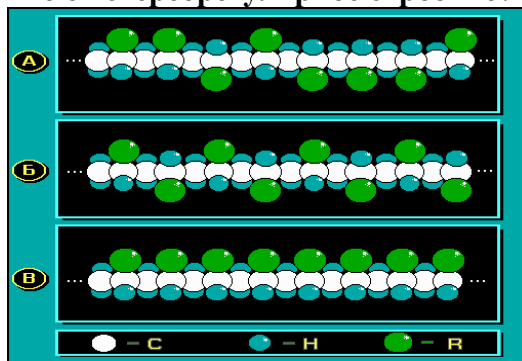


Ответ 1: разветвленная

Ответ 2: линейная

Ответ 3: пространственная

6. Какие макромолекулы имеют стереорегулярное строение?



Ответ 1: А, Б

Ответ 2: Б, В

Ответ 3: А, Б, В

Ответ 4: А, В

Ответ 5: А

Ответ 6: В

7. Какие признаки отличают высокомолекулярные соединения (полимеры) от низкомолекулярных соединений:

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| а) плохая растворимость; | е) эластичность; |
| б) набухание при растворении; | ж) низкая хрупкость; |
| в) низкая вязкость растворов; | з) термопластичность; |
| г) высокая вязкость растворов; | и) термореактивность; |
| д) неспособность к кристаллизации; | к) электропроводность? |

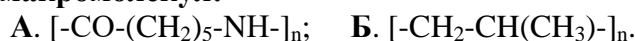
Ответ 1: б, г, е, ж

Ответ 2: а, б, д, з, и, к

Ответ 3: б, г, д, е, з, и

Ответ 4: а, б, в, ж, к

8. Сравните гибкость макромолекул:



Ответ 1: А = Б

Ответ 2: А > Б

Ответ 3: А < Б

Ответ 4: в таких полимерах гибкость не проявляется

9. Укажите признаки реакции полимеризации:

- | | |
|---------------------------|--|
| а) реакция замещения; | д) процесс ступенчатый; |
| б) реакция отщепления; | е) разный элементный состав полимера и мономера; |
| в) реакция присоединения; | ж) одинаковый элементный состав полимера и мономера. |
| г) процесс цепной; | |

Ответ 1: в, д, ж

Ответ 2: в, г, ж

Ответ 3: б, д, е

Ответ 4: а, г, е

Ответ 5: в, г, е

10. Укажите соединения, которые можно использовать в качестве мономеров в поликонденсации:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| а) $CH_3(CH_2)_3COOH$ | г) $CH_2=CH-COOH$ |
| б) $NH_2(CH_2)_2COOH$ | д) $HOOC-CH=CH-COOH$ |
| в) $HO(CH_2)_3COOH$ | е) $HOCH_2CH_2OH$ |

Ответ 1: а + г, б, в, д + е

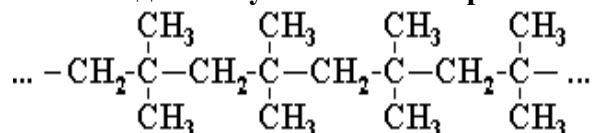
Ответ 2: в, д, е

Ответ 3: б, в, е

Ответ 4: б, в, д + е

Ответ 5: б, г + д, е

11. Какой мономер использован для получения полимера:



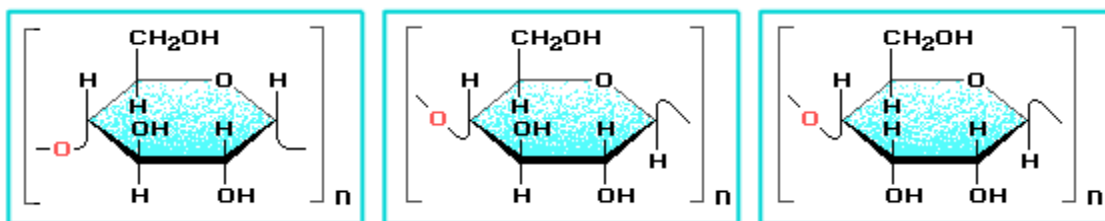
Ответ 1: $CH_2=CH-CH_3$

Ответ 2: $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$

Ответ 3: $CH_2=C(CH_3)_2$

Ответ 4: $CH_2=CH-CH=CH_2$

12. Какая из приведенных структур соответствует макромолекулам целлюлозы?



Ответ: написать формулу.

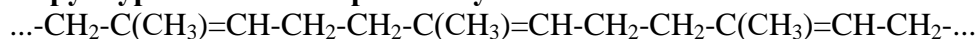
Вариант 2

1. Можно ли назвать макромолекулу полимера молекулу мелиссовой кислоты:
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{COOH}$?

Ответ 1: нет

Ответ 2: да

2. Укажите структурное звено макромолекулы:



Ответ 1: $=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-$

Ответ 2: $-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-$

Ответ 3: $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

Ответ 4: $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-$

3. Чему равна молекулярная масса макромолекулы полипропилена, если степень полимеризации $n = 1000$?

Ответ 1: 140 000

Ответ 2: 42 000

Ответ 3: 28 000

Ответ 4: 10 000

4. Чему равна средняя молекулярная масса полиэтилена, если N макромолекул имеют молекулярную массу 240000, N макромолекул - 28000 и N макромолекул - 5000?

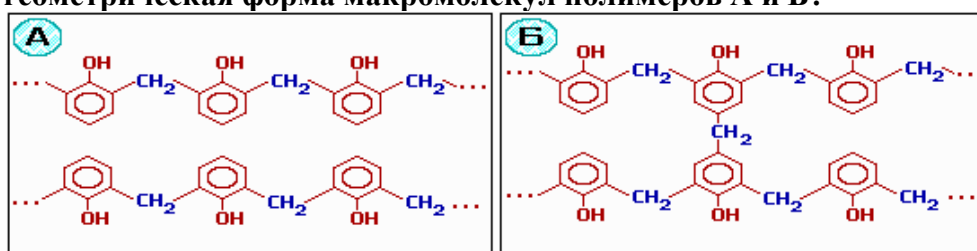
Ответ 1: 910 000

Ответ 2: 38 000

Ответ 3: 120 000

Ответ 4: 91 000

5. Какова геометрическая форма макромолекул полимеров А и Б?



Ответ 1: А - линейная форма; Б - пространственная форма

Ответ 2: А - линейная форма; Б - разветвленная форма

Ответ 3: А - разветвленная форма; Б - пространственная форма

Ответ 4: А - пространственная форма; Б - разветвленная форма

6. Какое химическое строение имеют макромолекулы поливинилхлорида:

а) $\dots-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\dots$;

б) $\dots-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\dots$?

Ответ 1: а - регулярное, б - нерегулярное строение

Ответ 2: а и б - регулярное строение

Ответ 3: а и б - нерегулярное строение

Ответ 4: а - нерегулярное, б - регулярное строение

7. В каких агрегатных состояниях могут находиться полимеры:

- а) твердое,
- б) жидкое,
- в) газообразное?

Ответ 1: а, б, в

Ответ 2: а, в

Ответ 3: а, б

Ответ 4: б, в

8. Какие свойства полимеров можно объяснить гибкостью макромолекул:

- а) высокая температура разложения;
- б) эластичность каучуков;
- в) прочность органических стекол;
- г) горючесть ?

Ответ 1: а, б

Ответ 2: а, г

Ответ 3: а, б, в

Ответ 4: б, в

Ответ 5: все перечисленные свойства

9. К какому типу реакций относится поликонденсация?

Ответ 1: присоединения

Ответ 2: отщепления (элиминирования)

Ответ 3: замещения

Ответ 4: изомеризации

Ответ 5: окисления-восстановления

10. Укажите соединения, которые можно использовать в качестве мономеров в полимеризации:

а) HOOC-CH=CH-COOH

г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$

б) $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$

д) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_5\text{-COOH}$

в) $\text{HO-CH}_2\text{CH}_2\text{-OH}$

е) $\text{HO-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-COOH}$

Ответ 1: в, д, е

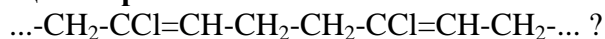
Ответ 2: б

Ответ 3: а, б, г

Ответ 4: в, д

Ответ 5: а, б

11. Какова формула мономера, если при его полимеризации образуются макромолекулы следующего строения:



Ответ 1: $\text{Cl-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-Cl}$

Ответ 2: $\text{CH}_2=\text{CCl-CH=CH}_2$

Ответ 3: $\text{CH}_2=\text{CH-CH=CH}_2\text{-Cl}$

Ответ 4: $\text{CH}_2\text{Cl-CH=CH-CH=CH}_2$

12. Какая формула соответствует капрону?

1. Кинетика поликонденсации. Поликонденсационное равновесие.
2. Типичные кривые растяжения полимеров.

Вариант 14

1. Координационная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Катализаторы Циглера-Натта. Основные стадии процесса.
2. Куновский сегмент.

Вариант 15

1. Фотодеструкция: фотоинициаторы, фотосенсибилизаторы, фотостабилизаторы.
2. Переход клубок-глобула в одиночных полимерных цепях.

Вариант 16

1. Окислительная деструкция, озонлиз. Антиоксиданты.
2. Самоподобие и скейлинговые законы в полимерах.

Вариант 17

1. Анионная полимеризация: катализаторы, кинетика процесса, «живые цепи».
2. Персистентная длина полимерной цепи.

Вариант 18

1. Катионная полимеризация: катализаторы, кинетика процесса.
2. Полимерная цепь с фиксированным валентным углом.

Вариант 19

1. Катионная полимеризация: влияние температуры и природы растворителя на скорость процесса.
2. Упругость одиночной цепи.

Вариант 20

1. Механизм ионной полимеризации. Особенности процесса.
2. Идеальная и свободно-сочлененная полимерная цепь.

Вариант 21

1. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Понятие о «гель-эффекте».
2. Полимерные растворы.

Вариант 22

1. Кинетика радикальной полимеризации.
2. Модели для изучения объемных взаимодействий в полимерных гелях: «бусинки на нити», решеточная модель.

Вариант 23

1. Радикальная полимеризация: инициирование, рост и обрыв цепи.
2. Вириальное разложение.

Вариант 24

1. Механизм действия ингибиторов при радикальной полимеризации.
2. Эффект исключенного объема.

Вариант 25

1. Цепная полимеризация. Особенности процесса.
2. Молекулярно-массовое распределение и полидисперсность полимерной системы.

Вариант 26

1. Классификация полимеров в зависимости от происхождения макромолекул.
2. Поворотн-изомерный механизм гибкости полимерной цепи.

Вариант 27

1. Классификация полимеров в зависимости от химического состава макромолекул.
2. Персистентный механизм гибкости полимерной цепи.

Вариант 28

1. Классификация полимеров в зависимости от строения макромолекул.
2. Свободно-сочлененный механизм гибкости полимерной цепи.

Вариант 29

1. Основные методы синтеза полимеров.
2. Набухание и коллапс полимерных гелей.

Вариант 30

1. Типы полимерных макромолекул: гомополимеры и сополимеры, разветвленные полимеры, кольцевые полимеры.
2. Понятие Θ -растворитель.

Вариант 31

1. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.
2. Полимерные растворы: разбавленные и полуразбавленные, переход (кроссовер) от разбавленного к полуразбавленному раствору, концентрированный раствор (расплав), жидкокристаллический порядок в полимерном растворе.

Вариант 32

1. Особенности химических реакций полимеров: конфигурационный эффект, «эффект соседа», конформационный эффект, концентрационный эффект, надмолекулярный эффект, электростатический эффект.
2. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочлененной цепи (гауссовы клубки).

Вариант 33

1. «Живые цепи» при анионной полимеризации.
2. Переход клубок-глобула при изменении термодинамического качества растворителя.

Вариант 34

1. Реакции ступенчатой полимеризации.
2. Характеристическая вязкость в Θ -растворителе, коэффициент набухания макромолекулярного клубка

Вариант 35

1. Внутримолекулярные превращения: перегруппировка боковых групп, перегруппировка в основных цепях.
2. Вязкоупругость полимерных жидкостей. Эффективный модуль Юнга.

Вариант 36

1. Изомерные превращения: циклизация.
2. Высокоэластичность с точки зрения молекулярной структуры полимерных сеток.

Вариант 37

1. Изомерные превращения: цис-транс-изомерия, миграция двойных связей.
2. Параметры, определяемые в экспериментах по вискозиметрии: относительная вязкость, характеристическая вязкость, средневязкостная молекулярная масса.

Вариант 38

1. Полимераналогичные превращения: образование и введение функциональных групп.
2. Зацепления макромолекулярных цепей. Расстояние между эластически активными зацеплениями.

Вариант 39

1. Полимераналогичные превращения: циклизация, раскрытие цикла.
2. Деформационные кривые. Основные различия в деформационном поведении высоко- и низкомолекулярных веществ.

Вариант 40

1. Сшивание полимеров: получение сшитых полимеров, вулканизация каучуков.
2. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов (цепь с фиксированным валентным углом).

Вариант 41

1. Отверждение полимеров: отверждение эпоксидных и фенолоформальдегидных смол.
2. Глобула и клубок: общие свойства и различия.

– экзамен, экзаменационная оценка ставится на основании письменного конспекта и устного ответов по экзаменационному билету.

Вопросы для подготовки к экзамену

Синтез

1. Химическое строение макромолекул
2. Пространственное строение макромолекул, стереорегулярные полимеры.
3. Способы синтеза полимеров.
4. Полимеризация. Мономеры, способные к полимеризации.

Радикальная полимеризация

5. Методы инициирование радикальной полимеризации. Скорость инициирования.
6. Реакции передачи цепи. Константы передачи цепи. Общая скорость полимеризации. Условие квазистационарности.
7. Реакции обрыва цепи. Ингибиторы. Скорость исчезновения радикалов.
8. Радикальная сополимеризация на примере получения полибутадиенового каучука графт-сополимера.
9. Элементарные реакции роста радикальной сополимеризации.
10. Ионная полимеризация, отличительные особенности ионной полимеризации.

Анионная полимеризация

11. Мономеры и инициаторы анионной полимеризации. Реакции инициирования при анионной полимеризации на примере распада бутиллития
12. Механизм анионной полимеризации. «Живая» полимеризация.
13. Реакции роста при анионной полимеризации. Рекомбинация карбанионов. Реакции передачи цепи при анионной полимеризации.

Катионная полимеризация.

14. Мономеры и инициаторы катионной полимеризации. Реакции передачи цепи при катионной полимеризации.
15. Механизм катионной полимеризации.
16. Реакции инициирования при катионной полимеризации с формированием поляризованного комплекса.
17. Реакции роста цепи при катионной полимеризации на примере изобутилена. Реакции обрыва цепи при катионной полимеризации.
18. Анионная сополимеризация на примере получения бутадиен-стирольного каучука.
19. Ступенчатая полимеризация (полиприсоединение) на примере получения полиуретанов.
20. Стереоспецифическая полимеризация. Катализаторы Циглера-Натта.
21. Биметаллический механизм Натта
22. Монометаллический механизм Косси.
23. Способы проведения полимеризации. Блочная, в растворе, эмульсионная и суспензионная.

Поликонденсация

24. Типы мономеров, вступающие в поликонденсацию. Характерные признаки поликонденсации.
25. Классификация поликонденсации по функциональности мономеров, вступающих в реакцию.
26. Классификация поликонденсации по числу участвующих в реакции мономеров.
27. Линейная гомополиконденсация на примере полиэтерификации гидроксикислот.
28. Способы проведения поликонденсации.
29. Линейная гетерополиконденсация на примере получения полиэтилтерефталата.
30. Линейная гетерополиконденсация на примере получения найлона -6,6.
31. Поликонденсация с раскрытием цикла на примере получения найлона -6.

32. Разветвленная поликонденсация на примере получения органосилоксанов.
33. Трехмерная поликонденсация на примере получения полиимидов.
34. Полициклополиконденсация на примере получения полиоксадиазолов.
35. Сополиконденсация с участием двух мономеров.
36. Сополиконденсация с участием трех мономеров.
37. Обратимость реакций поликонденсации. Типы равновесий в результате реакции поликонденсации.

38. Способы проведения поликонденсации.

39. Виды побочных реакций при поликонденсации. Обменные реакции при полиамидировании.

Химические свойства полимеров.

40. Разновидности химических превращений полимеров и их особенности.

Химические превращения, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.

41. Типы внутримолекулярных превращений полимеров.
42. Перегруппировка боковых групп на примере ПВХ.
43. Перегруппировка в основной цепи на примере полиангидроформальдегиданилина.
44. Изомерные превращения полимеров.
45. Цис-транс изомеризация на примере каучуков.
46. Миграция двойных связей на примере полибутадиена.
47. Образование ненасыщенных связей на примере ПВХ.
48. Циклизация полиакрилонитрила. Сложные изомерные превращения на примере термообработки ПАН.

49. Полимераналогичные превращения полимеров.

50. Образование новых функциональных групп на примере гидролиза ПВА.

51. Введение новых функциональных групп на примере хлорирования ПЭ.

52. Циклизация на примере на примере ацелирования ПВС.

53. Раскрытие цикла на примере гидролиза поливинилкарбоната.

Химические превращения, приводящие к увеличению степени полимеризации макромолекул.

54. Сшивание макромолекул с образованием редкосетчатых эластомеров (физическое и химическое).

55. Химическое сшивание ПВС путем взаимодействия функциональных групп..

56. Серная вулканизация каучука.

57. Бессерная вулканизация каучука при обработке сшивающим агентом или γ -излучением.

58. Отверждение полимеров с образованием густосетчатых эластомеров.

59. Отверждение эпоксидной смолы первичными аминами.

60. Отверждение новолачных смол фенолформальдегидом.

61. Получение блок- и привитых сополимеров.

Химические превращения, приводящие к уменьшению степени полимеризации макромолекул.

62. Виды деструкции (химическая, физическая и биодеструкция).

63. Механизмы и разновидности химической деструкции.

64. Химическая деструкция под действием химических реагентов (воды, спиртов, кислот).

65. Химическая деструкция ненасыщенных полимеров под действием кислорода на примере полибутадиена. Антиоксиданты.

66. Химическая деструкция ненасыщенных полимеров под действием озона на примере натурального каучука. Антиозонанты.

67. Химическая деструкция насыщенных полимеров под действием кислорода на примере полистирола и аморфного полиэтилена.
68. Разновидности физической деструкции.
69. Цепной механизм термической деструкции. Типы химических связей, подверженные термической деструкции.
70. Термостабильность и факторы, влияющие на термостабильность полимеров.
71. Механическая деструкция.
72. Фотодеструкция. Светостабилизаторы.
73. Радиационная деструкция. Антирады.
74. Старение полимеров. Принцип действия стабилизаторов.

Физика полимеров.

75. Идеальный клубок. Радиус инерции идеального клубка. Распределение расстояния между концами цепи в идеальном клубке.
76. Персистентная длина полимерной цепи. Длина куновского сегмента. Жесткие и гибкие полимерные цепи
77. Самоподобие и скейлинговые законы в полимерах
78. Гель-электрофорез. Гель-проникающая хроматография
79. Набухание и коллапс полимерных гелей. Методы для изучения объемных взаимодействий.
80. Вязкоупругость полимерных жидкостей. Теория рептации.
81. Вискозиметрия. Вязкость разбавленных полимерных растворов. Уравнение Куна-Марка-Хаувинка.
82. Вискозиметрия. Вязкость растворов полиэлектролитов. Подавление полиэлектролитного эффекта.
83. Модель идеальной полимерной цепи. Свободно-сочлененная полимерная цепь.
84. Модель полимерной цепи с фиксированным валентным углом
85. Эффект исключенного объема. Набухание полимерного геля. Переход клубок-глобула
86. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Определение молекулярной массы полимера.
87. Полимерные сетки. Молекулярная природа высокоэластичности. Упругость одиночной цепи. Упругость полимерной сетки.
88. Вириальное разложение. Понятие Θ -температуры

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
5	18	25	0	9	0	21	27	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

5 семестр

Лекции (18 лекций) – 0-18 баллов

Оценивается посещаемость лекций и выполнение студентом специального задания (всего предусмотрено 6 заданий по поиску информации о применении полимеров в различных областях (Интернет, «Макрогалерея» и др.).

Посещение 1 лекции – 0.5 балла, выполнение 1 задания – 1.5 балла.

Максимальное количество баллов – 18 баллов.

Лабораторные занятия (5 лабораторных работ) – 0-25 баллов

Оценивается правильность выполненной лабораторной работы и качество ее оформления.

Правильность выполненной лабораторной работы – 3 балла, качество оформления лабораторной работы – 2 балла.

Максимальное количество баллов – 25 баллов.

Критерии оценивания лабораторных работ:

Лабораторные занятия – оценивается: выполнение лабораторных работ, письменный отчет по лабораторным работам, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения, соблюдение правил безопасности при работе в лаборатории. Диапазон баллов за одну лабораторную работу 0-5.

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена полностью и правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы; учтены правила техники безопасности.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы, но при этом эксперимент выполнен не полностью, или допущены несущественные ошибки в ходе работы.
60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно приблизительно на 50%, или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента, в объяснении и оформлении работы.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Имеются две или более существенных ошибок при выполнении и оформлении работы, нарушены правила техники безопасности.

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа – 0-9 баллов

Оценивается уровень самостоятельной подготовки студента к занятиям (18 занятий): лабораторным работам, семинарам и деловым играм (самостоятельное изучение теоретического материала с использованием методических разработок, основной и дополнительной учебной литературы, Макрогалереи и т.п.).

Удовлетворительный уровень самостоятельной подготовки к одному занятию – 0.5 балла.

Максимальное количество баллов – 9 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности (контрольная работа, 8 семинаров) – 0-21 баллов

Оценивается выполнение контрольной работы, степень подготовки студента к семинару, деловой игре и активность участия студента в семинаре, деловой игре.

При выполнении контрольной работы оцениваются ответы по тестовому заданию (часть А) и ответы на вопросы (часть Б).

Правильное выполнение всего тестового задания в части А – 3 балла, правильные ответы на оба вопроса в части Б – 2 балла.

Максимальное количество баллов за контрольную работу – 5 баллов.

Степень подготовки к семинару – 1 балл, активность на семинаре – 1 балл.

Максимальное количество баллов – 21 балл.

Критерии оценивания участия в учебной дискуссии

5 баллов (выполнено от 80 до 100% работы)

- наблюдается глубокое и прочное усвоение программного материала;
- даются полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, материал излагается свободно;

– студент свободно справляется решением поставленных теоретических задач.

4 балла (выполнено от 50 до 79% работы)

- демонстрируется хорошее знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей, материала в ответе на вопрос, однако имеются отдельные не очень существенные ошибки;
- правильное применение теоретических знаний.

3 балла (выполнено менее 50% работы)

- наблюдается усвоение основного материала;
- при ответе допускаются серьезные неточности, ошибки и существенные недочеты;
- при ответе присутствуют недостаточно правильные формулировки;

0 баллов (работа не выполнена)

- отсутствуют знания программного материала.

Промежуточная аттестация (экзамен) – 0-27 баллов

Промежуточная аттестация по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» включает сдачу экзамена. Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных занятий, при выполнении лабораторных работ, во время проведения семинаров и учебных дискуссий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (см. перечень литературы в рабочей программе дисциплины), материалами «Макрогалереи».

Оценивается сдача экзамена (письменный конспект ответа на бумаге + устный ответ).

Критерии оценки за устный ответ на экзамене:

ответ на «отлично» – 24-27 баллов,

ответ на «хорошо» – 20-23 баллов,

ответ на «удовлетворительно» – 16-19 баллов,

ответ на «неудовлетворительно» – 0-15 баллов.

Максимальное количество баллов за экзамен – 27 баллов.

Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу.

Во время ответа студент должен продемонстрировать знания теоретических основ и инструментария в области классификации и номенклатуры полимеров; общих представлений о принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах; особенностей полимерного состояния вещества; химических свойств высокомолекулярных соединений, особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул; основных физических свойств полимерных тел; физико-химических свойств растворов полимеров; применения полимеров и материалов на их основе.

При оценке учитываются число и характер ошибок (существенные или несущественные). Существенные ошибки связаны с недостаточной глубиной и осознанностью ответа. Несущественные ошибки определяются неполнотой ответа.

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, самостоятельный, изложен в определенной логической последовательности.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, изложен в определенной логической последовательности, но при этом допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ достаточно полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязанный.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Непонимание основного содержания изучаемого материала, существенные ошибки, которые студент не может исправить по требованию преподавателя.

Форма проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Варианты промежуточной аттестации в данном случае могут быть следующими: только устный ответ без письменного конспекта на бумаге, только письменный ответ (конспект ответа) на бумаге или письменный ответ (конспект ответа) на компьютере без устного ответа, ответ на экзаменационный билет в форме тестирования. При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5 семестр по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Высокомолекулярные соединения» в оценку (экзамен):

90 – 100 баллов	отлично
80 – 89 баллов	хорошо
70 – 79 баллов	удовлетворительно
0 – 69	неудовлетворительно

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Литература

[1] Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов учреждений высш. проф. образования. М.: Изд. центр «Академия». 2010. 366 с. ISBN 978-5-7695-7071-1 (ЗНБ СГУ 57 экз.)

[2] Шишенок М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учебное пособие. Минск: Высшая школа. 2012. 535 с. ISBN 978-985-06-1666-1; Б. ц. (ЭБС IPRbooks).

[3] Осипова Г.В. Химия и физика полимеров. Ч. 1: Учебно-методическое пособие. Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет. 2010. 134 с. Б. ц. (ЭБС РУКОНТ)

[4] Федусенко И.В., Шмаков С.Л. Практикум по высокомолекулярным соединениям: учеб. пособие для студентов химич. фак-та. Саратов: Изд-во Латанова В.П. 2010. 61 с. ISBN 5-94184-023-3 (ЗНБ СГУ 3 экз.)

[5] Шаталов Г.В., Шестаков А.С. Физика полимеров. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. 2012. 54 с. (ЭБС РУКОНТ)

[6] Сидоренко О.Е. Модели идеальных полимерных цепей. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. 2009. 55 с. (ЭБС РУКОНТ)

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: Open License № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);

2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);

3. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).

4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499
5. Hyper Chem Release 8.0 Professional 2 шт. (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008 г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.).
6. Chem Bio 3D Ultra 11.0 with МОРАС (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008).
7. КОМПАС-3DLTV 12 SP1 Для домашнего использования и учебных целей (Freeware) (10 шт.).
8. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]).
9. Электронный виртуальный учебник «Высокомолекулярные соединения».
Интернет-портал:
<http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem6/index6.htm> или
<http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem4/link52.htm>
10. Видеофильм «Высокомолекулярные соединения»
11. «Макрогалерея» – в наглядной форме приведены сведения о структуре и свойствах полимеров, методах их исследования и областях применения
<http://www.pslc.ws/russian/index.htm>
12. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия.
http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/index.htm
13. Учебные базы данных
http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/edu_bases.html
- [7] Учебные материалы региональных университетов:
 - [Иркутский государственный университет](#),
 - [Красноярский государственный университет](#),
 - [Новосибирский государственный университет](#),
 - [Ростовский государственный университет](#),
 - [Уральский государственный университет](#).<http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/regions.html#krasu>
14. Тесты по высокомолекулярным соединениям
<http://www.chemistry.ssu.samara.ru/test/vms.htm>
15. Лачинов М.Б., Литманович Е.А., Пшежецкий В.С. Общие представления о полимерах. Кафедра ВМС МГУ.
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lachinov-basic/welcome.html>
16. Лачинов М.Б., Черникова Е.В. Методические разработки к практическим работам по синтезу высокомолекулярных соединений. Часть 1. Кафедра ВМС МГУ.
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lachinov/welcome.html>
17. Лачинов М.Б., Черникова Е.В., Оленин А.В. Методические разработки к практическим работам по синтезу высокомолекулярных соединений. Часть 2. Кафедра ВМС МГУ.
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/lachinov/welcome1.html>
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/afm/welcome.html>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций.
2. Мультимедийное оборудование для демонстрации иллюстрационного материала (слайдов, анимационных фильмов).
3. Учебная лаборатория №32 для выполнения лабораторных работ, оснащенная необходимым оборудованием (весы аналитические, рН-метр, оборудование для синтеза полимеров, оборудование для проведения реакций полимераналогичных превращений, фотоэлектроколориметр, вискозиметр Гепслера, вискозиметры Оствальда и Уббеллоде, термостат, сушильный шкаф).
4. Образцы полимеров, растворители и другие химические реактивы.
5. Химическая посуда.
6. Персональные компьютеры.

7. Учебно-методические разработки для изучения теоретического материала, подготовки к лабораторным работам и отчетам по ним.

8. Кафедральная библиотека.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии.

Использование технических средств является доступным для широкого круга пользователей с ограниченными возможностями здоровья и позволяет адаптироваться к учебному процессу в вузовской среде и осуществлять прием-передачу информации в доступных формах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» и профилям подготовки «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ», «Аналитическая химия и химическая экспертиза» и «Физическая химия».

Автор:

д.х.н., зав. кафедрой полимеров
на базе ООО «АКРИПОЛ»

А.Б. Шиповская

Программа одобрена на заседании кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» 19 июня 2023 года, протокол № 13.