

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Физическая и прикладная химия»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/Дубив Н.В./

« 21 » августа 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
**Высокомолекулярные соединения**  
образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия,  
Направленность (профиль): «Аналитическая химия»  
Формы обучения: очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Высокомолекулярные соединения» составлена в соответствии с учебными планами по программе специалитета «Фундаментальная и прикладная химия (аналитическая химия)», утвержденными: для очной формы обучения 28.08.2020;

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры Физической и прикладной химии 28.08.2020, протокол заседания кафедры ФПХ № 1

Программу составил  
Доцент, канд. хим. наук

Камаев Д.Н.

Согласовано:

Заведующий кафедрой ФиПХ  
Доцент, канд. хим. наук

Мосталыгина Л.В.

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

Казанкова Г.В.

Начальник управления  
образовательной деятельности

Синицын С.Н.

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единиц трудоемкости (144 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
Аудиторные занятия (всего часов) в том числе:	<b>84</b>	<b>84</b>
Лекции	24	24
Лабораторные работы	60	60
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	<b>60</b>	<b>60</b>
Подготовка к зачету, экзамену	45	45
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	15	15
Вид промежуточной аттестации	зачет экзамен	зачет экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	<b>144</b>	<b>144</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к блоку I обязательной части учебного цикла;

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных, при изучении следующих дисциплин в объеме программы университета:

- Математика;
- Физика;
- Информатика;
- Неорганическая химия;
- Физическая химия;
- Аналитическая химия;
- Органическая химия;
- Химические основы биологических процессов;
- Физические методы исследования.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Высокомолекулярные соединения», формируют современные представления о строении, свойствах и синтезе полимеров с целью создания целостной картины о физической природе и особенностях полимерного состояния вещества рамках естественнонаучной картины мира.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» (ВМС) является

- Получение фундаментального и профессионального (специального) образования, способствующего всестороннему развитию личности;
- изучение современных представлений о полимерном состоянии вещества.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование системы знаний о физической химии полимеров как теоретического фундамента их исследования и практического применения;
- овладение умениями классифицировать и давать характеристику важнейших полимеров, определять особенности растворов полимеров, представлять способы получения ВМС, механизмы химических реакций с участием ВМС;
- применение освоенного теоретического материала для решения практических задач, связанных со свойствами и строением ВМС;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе изучения химической науки.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность применять расчётно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3);
- способностью использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме соответствии с правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);
- Способность определять способы, методы и средства решения технологических задач (ПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные особенности строения и свойств высокомолекулярных соединений (ВМС), отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений (для ОПК-1, ОПК-3, ПК-3.);
- Уметь использовать освоенный теоретический материал для решения конкретных практических задач, (для ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5);
- Владеть представлениями о принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах и областях применения (ОПК-2, ОПК-6).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Основные понятия и классификация полимеров	4	16
		Рубежный контроль № 1	–	2
Рубеж 2	2	Синтез полимеров	4	24
	3	Химические свойства ВМС	4	16
	4	Растворы ВМС	6	–
		Рубежный контроль № 2	–	2
Рубеж 3	3	Структура и основные физические свойства ВМС	6	–
<b>Всего:</b>			<b>24</b>	<b>60</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### Тема 1. Основные понятия и классификация полимеров

Предмет, задачи и содержание курса. Основные исторические этапы развития науки о полимерах. Основные понятия и определения макромолекулярных соединений: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Конформация и конфигурация макромолекул. Конформационная и конфигурационная изомерия. Различные типы классификации полимеров. Классификация полимеров и их важнейших представителей в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Биополимеры, основные биологические функции белков, РНК, ДНК. Краткая характеристика и области применения полимеров различных классов. Характерная химическая структура полимерной цепи и мономерные звенья наиболее важных ВМС. Понятие молекулярной массы полимеров. Молекулярно-массовые распределения. Среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы. Нормальное распределение. Модели описания гибкости цепи. Средние расстояния между концами макромолекул. Средний радиус инерции, функция объёмной плотности.

#### Тема 2. Синтез полимеров

Основные методы синтеза полимеров. Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Радиальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Полимеризация при глубоких степенях превращения.

Реакционная способность мономеров и радикалов. Радикальная сополимеризация. Уравнения Майо – Льюиса и их графическое выражение. Средний и мгновенный состав сополимера и мономерной смеси, относительные активности и константы присоединения мономеров.

Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса.

Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. «Живые цепи».

Ионно-координационная полимеризация. Механизм действия катализаторов Циглера – Натта. Стереорегулярные полимеры.

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Уравнение Карозерса, средняя степень и критическая степень завершённости полимеризации. Термореактивные полимеры. Факторы, влияющие на процесс в растворе, расплаве и на границе фаз.

### **Тема 3. Химические свойства ВМС**

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

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров. Механизмы, продукты,  $\beta$ - распад радикалов.

Реакции с увеличением степени полимеризации. Сшивка и вулканизация ВМС.

### **Тема 4. Растворы ВМС**

Понятие раствора ВМС. Истинные и коллоидные растворы ВМС: общая характеристика, сходство и различие коллоидных растворов и растворов ВМС. Абсолютная, удельная, приведённая и характеристическая вязкость. Набухание. Фазовые диаграммы, критическая температура растворения. Расслаивание. Термодинамическое описание растворов ВМС в сравнении с низкомолекулярными растворами. Причины не идеальности. Уравнение состояния раствора ВМС, второй вириальный коэффициент. Гидродинамические свойства растворов ВМС, вискозиметрия. Уравнение Марка – Хаувинка.

Типы полиэлектролитов, ионогенные группы, кислотные и основные свойства. Поведение макромолекул в растворах. Влияние заряженных групп на конформацию макромолекул в растворе, изоэлектрическая и изоионная точка. Особенности модельного описания полиэлектролитов. Отличия полимерных и низкомолекулярных электролитов.

Влияние температуры на термодинамическое средство компонентов, роль второго вириального коэффициента. Соотношение энтропии и энтальпии для различных случаев фазовых диаграмм. Влияние плотности упаковки макромолекул и жесткости цепей на растворимость. Термодинамическая оценка гибкости цепи,  $M_r$  идеально растворимого полимера и  $M_r$  термодинамического сегмента. Описание разбавленных растворов ВМС,  $\psi$ - и  $\theta$ - параметры в выражении для химического потенциала.  $\theta$ - температура,  $\theta$ -растворитель. Критическая температура смешения, её связь с  $\theta$ - параметром и вторым вириальным коэффициентом. Мембранное равновесие Донана, значение его в биологических процессах.

## Тема 5. Структура и основные физические свойства ВМС

Понятие молекулярной и надмолекулярной структуры полимерного материала. Агрегатное, фазовое и физическое состояние полимеров и их соотношения. Функция радиального распределения. Виды надмолекулярной организации аморфных ВМС. Характеристика типов надмолекулярных структур в полимерах, степень кристалличности, аморфные области, монокристаллы. Условия получения кристаллических полимерных материалов.

Физические состояния аморфных полимеров, механические свойства полимеров, ТМК, механизмы стеклования и течения. Эластические свойства, термодинамическое описание изохорной деформации. Упругость, модуль Юнга, пластичность, эластичность. Релаксационные процессы в полимерах, их механизм и влияние на механические свойства. Равновесная высокоэластическая деформация, время релаксации. Кристаллические полимеры. Условия и типы кристалличности.

Изотермы и термомеханические кривые полимеров. Характер движений макромолекул полимера в разных физических состояниях. Особенности ТМК для полидисперсных, сшитых, кристаллических и сильно жёсткоцепных полимеров.

Кинетический сегмент, оценка жёсткости цепей полимера. Ориентированные структуры в аморфных и кристаллических полимерах. Влияние соотношения времени релаксации и времени деформации на эксплуатационные и механические свойства полимерных материалов. Деформационные кривые различных полимеров при разных температурах. Температура хрупкости, вынужденная эластичность. Ориентация полимеров, анизотропия прочностных свойств. Зависимость  $T_x$  и  $T_c$  от молекулярной массы ВМС. Влияние надмолекулярной структуры и состояния макромолекул на прочность и долговечность. Влияние наполнителей и пластификаторов на свойства полимерных материалов. Механизмы действия наполнителей и пластификаторов, внутримолекулярная и межмолекулярная пластификация.

Электрические свойства полимеров: ориентационное действие постоянного и переменного электрических полей, диэлектрическая проницаемость ВМС и зависимость её от строения полимера.

Свойства полимерных тел (пластики, эластомеры, покрытия).

### 4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
			Очная форма обучения
1	Основные понятия и классификация полимеров	Химическая изомерия полимеров. Классификация и номенклатура полимеров	4
		Термодинамика синтеза полимеров	4
		Оценка полидисперсности образца полимера по данным турбидиметрического титрования.	4
		Определение молярной массы поливинилового спирта вискозиметрическим методом	4



	Рубежный контроль №1	–	2
2	Синтез полимеров	Получение фенолформальдегидной пластмассы	4
		Синтез тиколового каучука	4
		Получение поливинилового спирта щелочным гидролизом поливинилацетата	4
		Получение поливинилацетата методом радикальной полимеризации в растворе	4
		Расчет параметров радикальной полимеризации	4
		Получение линейных полиэфиров поликонденсацией фталевого ангидрида и этиленгликоля	4
3	Химические свойства ВМС	Определение изоэлектрической точки желатина и молекулярных масс полимеров вискозиметрическим методом	4
		Определение изоионной точки полиамфолита	4
		Кислотный гидролиз крахмала и целлюлозы	4
		Термическая деполимеризация полиметилкрилата	4
4	Растворы ВМС	–	–
	Рубежный контроль № 2	–	2
<b>Всего:</b>			<b>60</b>

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При чтении лекций применяется систематическое, последовательное изложение материала разделов и тем лекционного курса, включая вступление (постановка целей и задач), основную часть (реализация темы), и заключение (обобщение и выводы).

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения теоретического материала лекций и учебной литературы. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы. Обязательным является оформление лабораторной работы заранее перед занятием с использованием выданных преподавателем методических рекомендаций. В оформлении лабораторной работы должна быть сформулирована цель работы, должны присутствовать разделы «Краткая теория», «Последовательность выполнения работы», «основные результаты», «Вывод». По окончании работы отчет по ней предоставляется на подпись преподавателю, после чего она должна быть защищена.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому на некоторых занятиях практикуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям, а также подготовку к зачету и экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>4</b>
Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи). Механизмы реакций полимеризации и поликонденсации различных типов. Термореактивные полимеры и области их применения.	1
Синтез блок- и привитых сополимеров. Переработка и формование изделий из полимеров Проблема утилизации полимерных отходов. Полимеры и экология.	1
Белковые полимеры. Электрофоретическое исследование и потенциометрическое титрование полиэлектролитов Методы исследования структуры вещества. Анизотропия, ориентация и ориентирующее форматирование ВМС. Накопление статического электричества. Полупроводниковые и проводящие полимеры.	2
Подготовка к лабораторным работам (0,5 ч. на каждое занятие)	7
Подготовка к рубежному контролю №1	2
Подготовка к рубежному контролю №2	2
<b>Подготовка к зачету, экзамену</b>	<b>45</b>
<b>Всего:</b>	<b>60</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения)
2. Отчеты студентов по лабораторным работам
3. Вопросы к рубежным контролям № 1, № 2
4. Перечень вопросов к зачету
4. Перечень вопросов к экзамену

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

Очная форма обучения  
8 семестр (зачет)

№	Наименование	Содержание			
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводится студентам на первом занятии)	Распределение баллов за 8 семестр			
		Вид УР.	Лекция	Защита лабораторной работы	Зачет
		Оценка в баллах	1	1-3	1-30
		Примечание	Посещение и запись лекции	Выполнение и защита лабораторной работы 1–4 (в зависимости от качества выполнения и защиты) и 2 баллов за активность и оригинальность.	
		Всего баллов	12 12×2 часа	56 (максимум)+ 2 балла 14×4 часа	30 (максимум)

Очная форма обучения  
8 семестр (экзамен)

№	Наименование	Содержание			
		Распределение баллов за 8 семестр			
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (проводится студентам на первом занятии)	Вид УР.	Рубежный контроль № 1 (коллоквиум)	Рубежный контроль № 2 (коллоквиум)	экзамен
		Оценка в баллах	1-35	1-35	30
		примечание	Ответ на вопрос	Ответ на вопрос	сдача
		Всего баллов	35 макс.	35 макс	–
2	Критерий пересчета в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	<p>60 и менее баллов – неудовлетворительно (незачет)          61–73 баллов удовлетворительно (зачет)          74–90 баллов хорошо          91–100 баллов отлично</p>			
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического экзамена, возможность получения бонусных баллов	<p>К промежуточной аттестации (зачет, экзамен) студент должен выполнить все лабораторные работы и набрать по итогам текущей аттестации и рубежных контролей не менее 50 баллов.          Для получения зачета «автоматически» необходимо набрать минимум 61 балл.          Для получения экзаменационной оценки удовлетворительно «автоматически» необходимо набрать 68 баллов.          Если студент набрал 68 баллов, преподаватель может добавить дополнительные баллы за активное участие в учебной и научной работе, знание фактического материала, за оригинальность мышления и правильность принятия решений и с учетом всех набранных баллов, выставить «автоматически» за экзамен оценку «хорошо» или «отлично».</p>			
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.          Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):          – выполнение и защита пропущенных лабораторных занятий (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) (1–3 балла)          – прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от № рубежа)          – выполнение и защита заданий (решение задач, защита реферата, создание презентации и др.) по пропущенным практическим занятиям (1–4 балла)          – ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>			

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме коллоквиума, включающего устное собеседование.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

За ответ на вопрос дается максимум 35 баллов.

Зачет проводится в форме устного собеседования (ответ на вопрос, максимум 30 баллов)

Экзамен проводится в форме устного собеседования и решения расчетных задач. Вопросы и задача содержатся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса (по 10 баллов) и задачу (10 баллов). На подготовку к ответу студенту дается минимум 45 минут. Оценка определяется по результатам устного собеседования.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачета и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, зачета и экзамена

#### Рубежный контроль №1

1. Что такое среднечисловая молекулярная масса ВМС? Каковы методы ее определения?
2. Что такое среднемассовая молекулярная масса ВМС? Каковы методы ее определения?
3. Как соотносятся среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы ВМС? Что такое полидисперсность образцов ВМС, ИММР?
4. Каковы причины полидисперсности ВМС? Приведите примеры монодисперсных полимеров.
5. Как соотносятся понятия «ВМС» и «полимер»? Приведите пример полимера, не являющегося ВМС.
6. В чем заключаются методы фракционирования полимеров (ультрацентрифугирование, осаждение из растворов и др.)?
7. Что такое полиэлектролит, полиамфолит? Приведите примеры природного и синтетического полиэлектролита и полиамфолита.
8. Что называют изоионной точкой полиамфолита? От чего она зависит?
9. Как определяют изоионную точку полиамфолита?
10. Опишите конформацию макромолекулы полиамфолита в изоионной точке.
11. Как меняются свойства макромолекулы полиэлектролита (поликислоты или полиоснования) и вязкость раствора с изменением pH среды?
12. Почему ПАК очень слабо набухает в воде, а ПВС растворяется в ней?
13. Почему бутадиеновый и изопреновый каучуки только ограниченно набухают в бензоле, а коагулят природного латекса в нем полностью растворяется?
14. Что называют пластмассами? Приведите примеры.
15. Какие функции в композиционных пластмассах выполняют наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, красители?

#### Рубежный контроль №2

1. Как получают новолачные смолы? Каковы их свойства и применение?
2. Как получают резольные смолы? Каковы их свойства и применение?
3. Дайте определение понятиям «термопластичность» и «термореактивность». Приведите примеры термопластов и термореактопластов.

4. Что такое функциональность при поликонденсации? Рассмотрите на конкретном примере.
5. В чем сходство и различие между растворами ВМС и коллоидными растворами НМС?
6. Что такое набухание и давление набухания? Какие факторы влияют на степень набухания и растворимость ВМС?
7. Что понимают под изоэлектрической точкой? Каково состояние макромолекулы полиамфолита в ИЭТ?
8. Физический смысл вязкости, чем она обусловлена? Виды вязкости.
9. Как будет выглядеть Ваш экспериментальный график  $\eta = f(\text{pH})$  для концентраций желатина в два раза большей и в два раза меньшей той, что Вы приготавливали?
10. Почему метилированная целлюлоза растворяется в воде, несмотря на гидрофобность макромолекулы, по сравнению с целлюлозой?
11. Понятие о резинах как о композиционных материалах.
12. Технология получения резины. Эбонит.
13. Технология синтеза тиокола и назначение каждого компонента в этом процессе.
14. Синтетические каучуки общего назначения. Примеры. Получение. Свойства. Применение.
15. Синтетические каучуки специального назначения. Примеры. Получение. Свойства. Применение. Получение каучука по способу Лебедева.

#### Вопросы к зачету

1. Как соотносятся понятия «ВМС» и «полимер»? Приведите пример полимера, не являющегося ВМС.
2. Что такое полиэлектролит, полиамфолит? Приведите примеры природного и синтетического полиэлектролита и полиамфолита.
3. Что называют изоионной точкой полиамфолита? От чего она зависит?
5. Как определяют изоионную точку полиамфолита?
6. Что называют пластмассами? Приведите примеры.
7. Как получают новолачные смолы? Каковы их свойства и применение?
8. Как получают резольные смолы? Каковы их свойства и применение?
9. Понятие о резинах как о композиционных материалах.
10. Технология получения резины. Эбонит.
11. Технология синтеза тиокола и назначение каждого компонента в этом процессе.
12. Что называют пластмассами? Приведите примеры. Какие функции в композиционных пластмассах выполняют наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, красители?

#### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия химии ВМС: мономер, полимер, высокомолекулярное соединение. Краткий очерк развития химии полимеров. Классификации полимеров.
2. Среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы полимеров, дисперсное и непрерывное распределение. Полидисперсность, монодисперсность.
3. Понятия конфигурации и конформации. Типы конфигураций и конформаций макромолекул. Силы, межмолекулярных взаимодействий, формирующие конформацию макромолекул.
4. Модели описания гибкости цепи. Средние расстояния между концами макромолекул. Средний радиус инерции, функция объемной плотности.
5. Термодинамическое описание полимеризации: изменение энтропии, изобарно-изотермического потенциала в процессе полимеризации, предельная температура полимеризации.

6. Радикальная полимеризация: её стадии выражения для скорости, передача цепи, средняя степень полимеризации.
7. Анионная полимеризация: механизм, степень превращения мономера, средняя степень полимеризации, "живые цепи". Получение моодисперсных полимеров.
8. Катионная полимеризация на катализаторах Фриделя - Крафтца, механизм.
9. Механизм ионно-координационной полимеризации на катализаторах Циглера - Натта. Стереоспецифический синтез полимеров.
10. Сополимеризация: состав сополимера в зависимости от относительных констант. Мгновенный и средний состав сополимера, взаимосвязь мгновенного состава мономерной смеси и доли превратившегося мономера. Графическое представление уравнения Майо - Льюиса. Композиционная неоднородность сополимеров и её устранение.
11. Типы поликонденсации, функциональность системы. Уравнение Карозерса, средняя степень и критическая степень завершённости полимеризации. Термореактивные полимеры.
12. Классификация и специфика химических превращений полимеров. Виды деструкции, механизмы, продукты.
13. Реакции с увеличением степени полимеризации. Полимераналогичные превращения: основные типы химических реакций. Стабилизация полимерных материалов.
14. Истинные и коллоидные растворы ВМС: общая характеристика, сходство и различие коллоидных растворов и растворов ВМС. Абсолютная, удельная, приведённая и характеристическая вязкость. Набухание.
15. Уравнения Эйнштейна, Флори - Фокса, Марка - Куна - Хоувинка.
16. Характеристика концентрированности растворов полимеров, процессы течения и состояние макромолекул в растворе. Факторы, определяющие растворяющую способность растворителя и способность полимера растворяться.
17. Изобарно - изотермический и химический потенциалы, их изменения при растворении. Мольная доля и активность компонента в растворе. Закон Рауля, диаграмма давление пара - мольная доля. Закон Вант-Гоффа, осмотическое давление растворов ВМС.
18. Второй вириальный коэффициент и его значение для характеристики термодинамического сродства к растворителю. Понятие идеальности раствора, плохой, хороший, и идеальный растворитель. Свободный объём вещества и его изменение при растворении. Изменение объёма системы при набухании, давление набухания.
19. Изменение энтропии в процессе растворения, комбинаториальная и конформационная энтропия смешения. Интегральная и дифференциальная теплоты растворения.
20. Фазовые равновесия в системах полимер - растворитель: понятие фазы, правило фаз Гиббса, явление расслоения. Фазовые диаграммы различных типов, ВКТР и НКТР; причины расслоения в системах полимер - растворитель.
21. Студнеобразование в растворах ВМС, термообратимые и нетермообратимые студни, строение и причины их образования, фазовые диаграммы, синерезис в студнях ВМС. Высаливание и всаливание полимеров.
22. Влияние температуры на термодинамическое сродство компонентов, роль второго вириального коэффициента. Первая производная  $G$  по температуре: её смысл и значение для описания зависимости взаимодействия полимера с растворителем от температуры. Соотношение энтропии и энтальпии для различных случаев фазовых диаграмм. Влияние плотности упаковки макромолекул и жесткости цепей на растворимость. Термодинамическая оценка гибкости цепи,  $M_r$  идеально растворимого полимера и  $M_r$  термодинамического сегмента.
23. Квазикристаллическая решётчатая модель Флори-Хаггинса для атермических растворов полимеров: основные положения, величины; число возможных конформаций, энтропия смешения, выражение для объёмной доли компонентов.
24. Модель регулярного раствора, активность полимера в растворе, смысл параметра взаимодействия  $\chi$  Флори - Хаггинса, критическая объёмная доля полимера.

25. Описание разбавленных растворов ВМС,  $\psi$ - и  $\theta$ - параметры в выражении для химического потенциала.  $\theta$ - температура,  $\theta$ - растворитель. Критическая температура смешения, её связь с  $\theta$ - параметром и вторым вириальным коэффициентом.
26. Эффект исключённого объёма. Возмущённый и невозмущённый клубок, причины возмущения, соотношение размеров клубков.
27. Типы полиэлектролитов, ионогенные группы, кислотные и основные свойства. Влияние заряженных групп на конформацию макромолекул в растворе, ИИТ. Особенности модельного описания полиэлектролитов. Отличия полимерных и низкомолекулярных электролитов.
28. Полиамфолиты, их особенности; ИЭТ полиамфолита. Полиэлектролитное набухание.
29. Мембранное равновесие Донана, значение его в биологических процессах. Электрофоретическое исследование и потенциометрическое титрование полиэлектролитов.
30. Ионообменные свойства полиэлектролитов: анионные и катионные ионообменные смолы, получение строение свойства. Особенности гелевых ионообменников.
31. Понятие надмолекулярной структуры полимерного материала. Агрегатное, фазовое и физическое состояние полимеров и их соотношения. Методы исследования структуры вещества, функция радиального распределения.
32. Характеристика типов надмолекулярных структур в полимерах, степень кристалличности, аморфные области, монокристаллы.
33. Условия получения кристаллических полимерных материалов. Физические состояния аморфных полимеров, ТМК, механизмы стеклования и течения. Эластические свойства, термодинамическое описание изохорной эластической деформации.
34. Упругость, модуль Юнга, пластичность, эластичность. Релаксационные процессы в полимерах, их механизм и влияние на механические свойства. Равновесная высокоэластическая деформация, время релаксации, релаксационная природа высокоэластичности.
35. Характер движений макромолекул полимера в разных физических состояниях. Особенности ТМК для полидисперсных, сшитых, кристаллических и сильно жёсткоцепных полимеров. Кинетический сегмент, оценка жёсткости цепей полимера.
36. Влияние соотношения времени релаксации и времени деформации на эксплуатационные и механические свойства полимерных материалов. Деформационные кривые различных полимеров при разных температурах. Температура хрупкости, вынужденная эластичность. Ориентация полимеров, анизотропия прочностных свойств. Зависимость  $T_x$  и  $T_c$  от молекулярной массы ВМС.
37. Долговечность и разрушение образцов ВМС, виды разрушения, термофлуктуационная природа старения. Влияние надмолекулярной структуры и состояния макромолекул на прочность и долговечность.
38. Влияние наполнителей и пластификаторов на свойства полимерных материалов. Механизмы действия наполнителей и пластификаторов, внутримолекулярная и межструктурная пластификация.
39. Электрические свойства полимеров: ориентационное действие постоянного и переменного электрических полей, диэлектрическая проницаемость ВМС и зависимость её от строения полимера. Диэлектрические потери в переменном электрическом поле, кривая диэлектрических потерь.
40. Частотно-температурная суперпозиция, исследование макромолекулярных движений и их времени релаксации. Полупроводниковые и проводящие полимеры. Электростатические свойства ВМС, методы придания антистатических свойств.
41. Химические волокна, их физико-химические свойства. Получение, свойства и применение практически важных термопластов, терморектопластов и эластомеров. Переработка и формование изделий из полимеров. Физическая вулканизация.
42. Методы определения среднечисловой и среднемассовой молекулярных масс полимеров



## 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ

### 7.1. Основная учебная литература

1. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2003.-368 с.
2. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1978.
3. Хохлов А.Р., Кучанов, С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000.
4. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения: Учеб. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981.
5. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс]: / М.В. Шишонов – Минск: Вышш. шк., 2012 – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/ISBN97859704383430000/000.html>

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: Учеб. М.: Высшая школа, 1992.
2. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров: Учеб. М.: Высшая школа, 1988.
3. Курс физической химии /Под ред. Я. И. Герасимова и др. М.: Химия, 1970. - 592 с.
4. Практикум по высокомолекулярным соединениям: Учеб. пособие/Под ред. В.А. Кабанова. М.: Химия, 1987.
5. Высокомолекулярные соединения и материалы на их основе, применяемые в пищевой промышленности [Электронный ресурс] / Максанова Л.А. - М.: КолосС, 2013. – (Учебники и учебные пособия для студентов высш. учеб. заведений) – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN5953203195SCN0000/000.html>
6. Фармацевтическая технология. Высокомолекулярные соединения в фармации и медицине [Электронный ресурс] / А.И. Сливкин [и др.]; под ред. И.И. Краснюка. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017 – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9789850616661-SCN0000/000.html>

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Камаев Д.Н. Высокомолекулярные соединения: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия/ Курган, КГУ 2021.– 51 с.
2. Кудряшов И. В., Каретников. Сборник примеров и задач по физической химии: Учеб. пособие для хим. - технол. спец. вузов.6-е изд. М.: Высшая. школа, 1991.- 527 с.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. <http://www.chem.msu.ru/> – Портал фундаментального химического образования
2. <http://chemanalytica.com/> – Научно-популярный химический портал
3. <http://chemister.ru/> – Сайт по неорганическому и органическому синтезу и литературным источникам по синтезу веществ, токсикологии фармакологии

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

Лаборатория физической химии, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

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

Образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**04.05.01.65 – Фундаментальная и прикладная химия,**  
Направленность (профиль):  
**Аналитическая химия**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр 8 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Зачет, экзамен

Содержание дисциплины

Основные понятия и классификация полимеров, синтез полимеров, химические свойства высокомолекулярных соединений, растворы высокомолекулярных соединений, структура и основные физические свойства высокомолекулярных соединений.