

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Высокомолекулярные соединения Б1.Б.22

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Курамшин А.И.

**Рецензент(ы):**

Галкин В.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Курамшин А.И. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, Arcady.Kuramshin@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Высокомолекулярные соединения" знакомит студентов с основами науки о полимерах и ее важнейших приложениях, которые необходимы каждому химику, независимо от его узкой последующей специализации, предполагающему работать как в научно-исследовательских учреждениях, так и на предприятиях для выполнения научно-исследовательской работы и работы на производстве.

Наука о полимерах сравнительно молода; она зародилась в недрах органической, физической химии и физики и превратилась к настоящему времени в самостоятельную область знания, объединяющую в единое целое весь комплекс представлений о свойствах макромолекул, полимерных тел, путях их синтеза и использования. Причина - исключительная роль полимеров в различных областях техники, жизнедеятельности человека и в природе. Объективная основа формирования данной научной дисциплины заключается в том, что полимеры - особая форма существования вещества. Полимерные вещества в основных физических и химических проявлениях качественно отличаются от веществ низкомолекулярных. Центральное место в курсе уделяется объяснению на качественном и количественном уровне причин этих отличий. В курсе излагаются современные тенденции в науке о полимерах, перспективы расширения их ассортимента, промышленного производства и использования.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.22 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина 'Высокомолекулярные соединения' относится к базовому блоку дисциплин учебного плана подготовки бакалавров, обучение осуществляется на завершающем этапе образовательной программы. К данному моменту студентами должны быть получены знания по основным разделам химии (неорганической, аналитической, органической, физической), необходим базовый объем знаний по физике и математике.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации
ПК-7 (профессиональные компетенции)	готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности полимерного состояния вещества и связанные с этим отличия в физических, механических и химических свойствах по сравнению с привычными свойствами низкомолекулярных соединений

2. должен уметь:

ориентироваться в методах синтеза высокомолекулярных соединений, находить связь между строением полимера и химическими, физическими, механическими свойствами и возможными областями применения

3. должен владеть:

некоторыми навыками работы с высокомолекулярными соединениями в области синтеза и исследования основных свойств полимеров

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать полученные теоретические знания и умения для предсказания свойств известных полимеров и их композиции, а также направленной разработки полимерных материалов с заданными свойствами

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Наука о полимерах. Основные понятия и определения.	7	1	2	0	0	Тестирование
2.	Тема 2. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.	7	1	2	0	0	Контрольная точка
3.	Тема 3. Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов.	7	2	2	0	0	Контрольная точка
4.	Тема 4. Инициирование радикальной полимеризации.	7	2	2	0	0	Контрольная точка
5.	Тема 5. Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи.	7	3	2	0	0	Контрольная точка
6.	Тема 6. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация.	7	3	2	0	0	Контрольная точка
7.	Тема 7. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Сополимеризация. .	7	4	2	0	0	Контрольная точка

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Поликонденсация.	7	4	2	0	0	Контрольная точка
9.	Тема 9. Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе. Дегидрополиконденсация, полирекомбинация.	7	5	2	0	0	Контрольная точка
10.	Тема 10. Химические свойства и химические превращения полимеров.	7	5	2	0	0	Контрольная точка
11.	Тема 11. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.	7	6	2	0	0	Контрольная работа
12.	Тема 12. Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекулы.	7	6	2	0	0	Контрольная точка
13.	Тема 13. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи.	7	7	2	0	0	Контрольная точка
14.	Тема 14. Поведение макромолекул в растворах.	7	7	2	0	0	Контрольная точка
15.	Тема 15. Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация.	7	8	2	0	0	Контрольная точка
16.	Тема 16. Краткие представления о теории растворов Флори-Хаггинса.	7	8	2	0	0	Контрольная точка
17.	Тема 17. Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс.	7	9	2	0	0	Контрольная точка

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
18.	Тема 18. Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ.	7	9	2	0	0	Контрольная точка
19.	Тема 19. Полимерные тела. Аморфные полимеры.	7	10	2	0	0	Контрольная работа
20.	Тема 20. Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние.	7	10	2	0	0	Контрольная точка
21.	Тема 21. Кристаллическое фазовое состояние полимеров.	7	11	2	0	0	Контрольная точка
22.	Тема 22. Жидкокристаллическое состояние полимеров.	7	11	2	0	0	Реферат
23.	Тема 23. Методы синтеза высокомолекулярных соединений: полимеризация, поликонденсация	8	1	0	4	0	Устный опрос
24.	Тема 24. Способы проведения полимеризации. Эмульсионная полимеризация метилметакрилата	8	2	0	0	4	Коллоквиум
25.	Тема 25. Суспензионная полимеризация бутилметакрилата	8	3	0	0	4	Коллоквиум
26.	Тема 26. Кинетика радикальной полимеризации метилметакрилата в блоке	8	4	0	0	4	Коллоквиум
27.	Тема 27. Получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля.	8	5	0	0	4	Коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
28.	Тема 28. Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров.	8	6	0	0	4	Коллоквиум
29.	Тема 29. Молекулярные массы полимеров, методы определения.	8	7	0	0	4	Коллоквиум
30.	Тема 30. Полиэлектролиты.	8	8	0	2	2	Устный опрос
31.	Тема 31. Полиэлектролиты. Определение констант диссоциации поликислоты и мономерного аналога методом потенциометрического титрования.	8	9	0	0	4	Отчет
32.	Тема 32. Титрование полиакриловой кислоты в присутствии низкомолекулярного электролита. Определение гидродинамических характеристик раствора в процессе титрования.	8	10	0	0	4	
33.	Тема 33. Определение изоэлектрической точки полиамфолита (желатина).	8	11	0	0	2	Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			44	6	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Наука о полимерах. Основные понятия и определения.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Наука о полимерах. Основные понятия и определения. Место науки о полимерах среди химических наук. Ее роль в научно-техническом прогрессе . Макромолекула и ее химическое звено. Степень полимеризации. Критерии соотношения понятий полимер, олигомер, низкомолекулярное вещество. Полимерное состояние как особая форма существования вещества.



## **Тема 2. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Молекулярно-массовые характеристики полимеров. Молекулярно-массовое распределение (ММР). Экспериментальные методы оценки молекулярных масс и ММР. Классификации полимеров. Гомополимеры, разновидности. Характеристика представителей различных классов полимеров с точки зрения общности их практических свойств

## **Тема 3. Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Полимеризация Классификация цепных полимеризационных процессов. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Влияние строения мономера на способность полимеризоваться по тому или иному механизму. Радикальная полимеризация. Элементарные стадии радикальной полимеризации.

## **Тема 4. Инициирование радикальной полимеризации.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Инициирование радикальной полимеризации. Термическая полимеризация, фотополимеризация, радиационная полимеризация. Типы инициаторов и их распад. Окислительно-восстановительные системы. Живая полимеризация.

## **Тема 5. Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи. Механизм действия ингибиторов и регуляторов роста цепи. Кинетика радикальной полимеризации. Реакция теломеризации и ее механизм. Практическое применение теломеров. Способы проведения полимеризации. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы. Рост, обрыв и передача цепи. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Живые цепи

## **Тема 6. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы. Рост, обрыв и передача цепи. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Живые цепи

## **Тема 7. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Сополимеризация. .**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Стереоспецифические эффекты в реакциях координационно-ионной полимеризации. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Миграционная полимеризация. Сополимеризация. Уравнение состава сополимера.

## **Тема 8. Поликонденсация.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Механизм равновесной поликонденсации, начало, образование и рост цепи. Влияние температуры, стехиометрии, монофункциональных примесей, деструктивных факторов и побочных реакций на молекулярную массу и полидисперсность продуктов реакции.

## **Тема 9. Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе.**

### **Дегидрополиконденсация, полирекомбинация.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе. Дегидрополиконденсация, полирекомбинация. Поликонденсация много-функциональных мономеров и образование сетчатых структур на примере глифталевых и фенол-формальдегидных смол.

## **Тема 10. Химические свойства и химические превращения полимеров.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Химические свойства и химические превращения полимеров. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации: полимераналогичные превращения, и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности полимеров.

## **Тема 11. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Расщепление полимерных цепей под влиянием различных факторов. Деградация полимеров в условиях эксплуатации и переработки. Принципы их стабилизации. Сшивание полимерных цепей. Вулканизация каучуков.

## **Тема 12. Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекул.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекулы. Условия проявления оптической активности. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Среднее расстояние между концами цепи и радиус инерции. Свободно-сочлененная цепь. Модели свободного и заторможенного вращения.

## **Тема 13. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи. Статистический сегмент. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Термодинамическая и кинетическая гибкость. Характеристики гибкости макромолекул и связь гибкости с химическим строением.

## **Тема 14. Поведение макромолекул в растворах.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Поведение макромолекул в растворах. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер-растворитель. Критические температуры растворения

## **Тема 15. Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация. Растворы разбавленные, средней концентрации, концентрированные и гели. Сходство и различия между концентрированными растворами и гелями. Структура концентрированных растворов и гелей. Свойства гелей.

## **Тема 16. Краткие представления о теории растворов Флори-Хаггинса.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Краткие представления о теории растворов Флори-Хаггинса. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент.  $\theta$  - температура и  $\theta$  - состояние раствора полимера

## **Тема 17. Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс. Рассеяние электромагнитных волн растворами макромолекул. Светорассеяние как метод определения среднечисловой молекулярной массы и размеров макромолекул.

## **Тема 18. Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ. Абсолютная, относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкость. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой.

#### **Тема 19. Полимерные тела. Аморфные полимеры.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Полимерные тела. Аморфные полимеры. Модель молекулярной организации аморфного полимера. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния. Релаксационные явления в полимерах. Стеклообразное состояние. Вынужденная эластичность. Формование изделий из полимеров в режиме вынужденной эластичности.

#### **Тема 20. Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения. Зависимость температуры текучести от молекулярной массы. Зависимость вязкости расплава от температуры и молекулярной массы

#### **Тема 21. Кристаллическое фазовое состояние полимеров.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Кристаллическое фазовое состояние полимеров. Необходимые условия для существования полимера в кристаллическом состоянии. Типы надмолекулярных структур полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Свойства кристаллических полимеров.

#### **Тема 22. Жидкокристаллическое состояние полимеров.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Жидкокристаллическое состояние полимеров. Типы мезофаз. Принципы реализации жидкокристаллического состояния полимеров. Наполненные и армированные полимеры. Практикум

#### **Тема 23. Методы синтеза высокомолекулярных соединений: полимеризация, поликонденсация**

##### ***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Методы синтеза высокомолекулярных соединений: полимеризация, поликонденсация (Семинар)

#### **Тема 24. Способы проведения полимеризации. Эмульсионная полимеризация метилметакрилата**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Способы проведения полимеризации. Эмульсионная полимеризация метилметакрилата

#### **Тема 25. Суспензионная полимеризация бутилметакрилата**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Суспензионная полимеризация бутилметакрилата

#### **Тема 26. Кинетика радикальной полимеризации метилметакрилата в блоке**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Кинетика радикальной полимеризации метилметакрилата в блоке

#### **Тема 27. Получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля. Определение кинетических и термодинамических параметров реакции.

#### **Тема 28. Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров. Оценка полидисперсности полиметилметакрилата методом турбидиметрического титрования.

#### **Тема 29. Молекулярные массы полимеров, методы определения.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров. Оценка полидисперсности полиметилметакрилата методом турбидиметрического титрования.

#### **Тема 30. Полиэлектролиты.**

##### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Семинар

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Полиэлектролиты. Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул. Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований. Амфотерные полиэлектролиты. Гидродинамические свойства полиэлектролитов. Определение обменной емкости ионообменной смолы.

#### **Тема 31. Полиэлектролиты. Определение констант диссоциации поликислоты и мономерного аналога методом потенциометрического титрования.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

.Полиэлектролиты. Определение констант диссоциации поликислоты и мономерного аналога методом потенциометрического титрования. Оценка гидродинамических свойств полиэлектролита в зависимости от изменения pH среды.

#### **Тема 32. Титрование полиакриловой кислоты в присутствии низкомолекулярного электролита. Определение гидродинамических характеристик раствора в процессе титрования.**

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Титрование полиакриловой кислоты в присутствии низкомолекулярного электролита. Определение гидродинамических характеристик раствора в процессе титрования.

#### **Тема 33. Определение изоэлектрической точки полиамфолита (желатина).**

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение изоэлектрической точки полиамфолита (желатина)

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Наука о полимерах. Основные понятия и определения.	7	1	Освоение основных понятий и определений в науке о полимерах, подготовка к тестированию	1	тестирование
2.	Тема 2. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.	7	1	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов.	7	2	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
4.	Тема 4. Инициирование радикальной полимеризации.	7	2	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
5.	Тема 5. Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи.	7	3	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
6.	Тема 6. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация.	7	3	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
7.	Тема 7. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Сополимеризация. .	7	4	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
8.	Тема 8. Поликонденсация.	7	4	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
9.	Тема 9. Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе. Дегидрополиконденсация, полирекомбинация.	7	5	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
10.	Тема 10. Химические свойства и химические превращения полимеров.	7	5	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
11.	Тема 11. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.	7	6	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
12.	Тема 12. Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекулы.	7	6	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи.	7	7	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
14.	Тема 14. Поведение макромолекул в растворах.	7	7	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
15.	Тема 15. Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация.	7	8	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
16.	Тема 16. Краткие представления о теории растворов Флори-Хаггинса.	7	8	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
17.	Тема 17. Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс.	7	9	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
18.	Тема 18. Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ.	7	9	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
19.	Тема 19. Полимерные тела. Аморфные полимеры.	7	10	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
20.	Тема 20. Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние.	7	10	подготовка к контрольной точке	2	контрольная точка
21.	Тема 21. Кристаллическое фазовое состояние полимеров.	7	11	подготовка к контрольной точке	1	контрольная точка
22.	Тема 22. Жидкокристаллическое состояние полимеров.	7	11	подготовка к реферату	1	реферат



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
23.	Тема 23. Методы синтеза высокомолекулярных соединений: полимеризация, поликонденсация	8	1	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
24.	Тема 24. Способы проведения полимеризации. Эмульсионная полимеризация метилметакрилата	8	2	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
25.	Тема 25. Суспензионная полимеризация бутилметакрилата	8	3	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
26.	Тема 26. Кинетика радикальной полимеризации метилметакрилата в блоке	8	4	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
27.	Тема 27. Получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля.	8	5	подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
28.	Тема 28. Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров.	8	6	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
29.	Тема 29. Молекулярные массы полимеров, методы определения.	8	7	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
30.	Тема 30. Полиэлектролиты.	8	8	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
31.	Тема 31. Полиэлектролиты. Определение констант диссоциации поликислоты и мономерного аналога методом потенциометрического титрования.	8	9	подготовка к отчету	2	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
32.	Тема 32. Титрование полиакриловой кислоты в присутствии низкомолекулярного электролита. Определение гидродинамических характеристик раствора в процессе титрования.	8	10	Обработка результатов, написание отчёта	2	Отчёт
33.	Тема 33. Определение изоэлектрической точки полиамфолита (желатина).	8	11	подготовка к отчету	2	отчет
	Итого				58	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основной упор при обучении делается на воспитание компетентного специалиста. Этому способствует закрепление преподносимого теоретического материала на практических и лабораторных занятиях. В ходе коллоквиумов и семинарских занятий в условиях непринужденного общения не только обсуждаются наиболее сложные моменты материала модуля, но и обыгрываются жизненные ситуации. В рамках контрольных работ часть вопросов требуют не только конкретных знаний, но и умения использовать их применительно к ситуациям. Таким образом в качестве образовательных технологий используются лекции, семинарские занятия и коллоквиумы, контрольные работы, практические занятия, дистанционное обучение на платформе moodle. Важное место отводится самостоятельной работе студентов: проработка материалов лекционного курса, подготовка к контрольным и тестовым работам, к семинарским и практическим занятиям. Контроль за самостоятельной работой осуществляется посредством опроса, написания контрольных работ, с использованием дистанционного обучения.

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

### Тема 1. Наука о полимерах. Основные понятия и определения.

тестирование , примерные вопросы:



Типовые вопросы: 1. Число структурных единиц, повторяющихся в макромолекуле, называется? 2. Повторяющаяся структурная единица макромолекулы называется: а) мономер б) мономерное звено в) повторяющаяся часть г) составное звено. 3. Повторяющаяся группа атомов в полимеризационном полимере называется ????? 4. Повторяющаяся группа атомов в поликонденсационном полимере называется .....? 5. Особенность строения полимеров в том, что их макромолекулы состоят из а) большого числа структурных единиц, б) из большого числа атомов в) из большого числа повторяющихся групп атомов. 6. Полимеры отличаются от олигомеров тем, что а) при добавлении к молекуле одной или нескольких групп атомов комплекс свойств полимера изменяется б) при добавлении к молекуле одной или нескольких групп атомов комплекс свойств полимера не изменяется в) положения а) и б) не могут являться критерием различия. 7. Гомополимер это: а) полимер, основная цепь которого построена из атомов одного вида б) полимер, полученный из одного мономера в) основная цепь содержит только один тип связей. 8. Согласно классификации полимеры по методам синтеза разделяют на .....? 9. С точки зрения состава цепи полиоксиэтилен ? это полимер а) карбоцепной б) гомоцепной в) карбогетероцепной, г) эле-ментоорганический 10. Нитроцеллюлоза ? это полимер а) природный, б) искусственный в) синтетический 11. У макромолекулы в ..... конфигурации боковые заместители расположены по одну сторону плоскости цепи.

## **Тема 2. Молекулярно-массовые характеристики полимеров.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Основные вопросы для подготовки: 1. Что понимается под среднечисловой молекулярной массой? 2. Что понимается под среднемассовой молекулярной массой? 3. Абсолютные и относительные методы определения молекулярной массы. 4. Что означает термин полидисперсность полимера? Как её оценить? 5. Как правило, для не фракционированного полимера справедливо соотношение а)  $M_w$  больше  $M_n$  б)  $M_w = M_n$  в)  $M_w$  меньше  $M_n$  6. Что такое функции ММР? 7. Какие данные необходимы для построения кривых молекулярно-массового распределения? 8. На каких принципах основаны методы фракционирования полимеров? 9. Аналитические и препаративные методы фракционирования.

## **Тема 3. Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Контрольные вопросы касаются следующих направлений: 1. Какие реакции называются полимеризацией? 2. С каких точек зрения классифицируют эти процессы? 3. Процесс полимеризации с точки зрения термодинамики. 4. Что такое полимеризационно-деполимеризационное равновесие? 5. Как меняется энтропия в процессе полимеризации? 6. Как влияет строение мономера на изменение энтальпии процесса? 7. Как влияет строение винильного мономера на способность его к полимеризации по радикальному механизму? 8. Как влияет строение образующегося радикала на его активность в реакции полимеризации.

## **Тема 4. Инициирование радикальной полимеризации.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Способы генерирования активных радикалов. 2 Термическое инициирование. 3. Фотохимическое инициирование. Квантовый выход. 4. Химическое инициирование. 5. Типы инициаторов. 6. Привести примеры инициаторов и реакции их распада. 7. Эффективность инициирования. Причины не полного расходования инициатора на прямой процесс. 6. Окислительно-восстановительное инициирование. 7. Целесообразность и преимущества того или иного способа инициирования.

## **Тема 5. Рост цепи, реакционная способность мономеров и радикалов. Реакции обрыва цепи.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву только материальной цепи). 2. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву материальной и кинетической цепи). 3. Ингибиторы и замедлители радикальной полимеризации. Примеры. 4. Реакции передачи цепи на полимер в процессе радикальной полимеризации легче будут происходить, если в качестве мономера используется а) метилметакрилат б) стирол в) винилацетат 5. Теломеризация. Телогены. 6. Реакция теломеризации в органическом синтезе. Синтез мономеров. 7. Уметь высказывать суждение о способности к полимеризации по радикальному механизму и относительной реакционной способности распространенных мономеров.

#### **Тема 6. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Как влияет строение мономера на способность к полимеризации по тому или иному механизму? 2. Анионная полимеризация. 3. Катализаторы анионной полимеризации. 4. Что такое "живые полимеры", "живая полимеризация"? 5. Использование ?живой полимеризации?. 6. Катионная полимеризация. 7. Катализаторы катионной полимеризации. 8. Роль промоторов в катализе катионной полимеризации. 9. Виды обрыва цепи в катионной полимеризации. 10. Роль растворителя в ионной полимеризации.

#### **Тема 7. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов. Сополимеризация. .**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Что такое стереоспецифическая полимеризация и стереорегулярные полимеры? 2. Принципы стереорегулирования в реакциях полимеризации. 3. Анионно-координационная полимеризация. 4. Катализаторы анионно-координационной полимеризации. 5. Напишите уравнения реакции полимеризации пропилена при катализе комплексом  $TiCl_4 \cdot Al(C_2H_5)_3$ . 6. Напишите пример реакции полимеризации изопрена на пи-аллильных комплексах никеля. 7. Напишите уравнения реакций полимеризации бутадиена с использованием в качестве катализатора  $BuLi$  (при проведении процесса в гептане и тетрагидрофуране). 8. Какие цели преследуют при осуществлении сополимеризации, приведите примеры. 9. Типы сополимеров. 10. Сополимеризация как технологический прием модификации полимеров. 11. Способы получения сополимеров. 12. Синтез статистических сополимеров. 13. Синтез блоксополимеров. 14. Синтез привитых сополимеров. 15. Синтез регулярных сополимеров. 16. Уравнение состава сополимера. 17. Константы сополимеризации. 18. Зависимость результата сополимеризации от соотношения значений констант сополимеризации.

#### **Тема 8. Поликонденсация.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Реакция поликонденсации. Классификация. 2. Особенностью поликонденсации является то, что: а) строение звена эквивалентно строению мономера, б) высокомолекулярный полимер присутствует только при высокой степени конверсии, в) высокомолекулярный полимер присутствует уже при низкой степени конверсии, г) молекулы мономера исчезают на ранней стадии процесса, д) молекулы мономера исчезают в конце процесса. 3. Приведите уравнение, связывающее степень полимеризации со степенью завершенности реакции. 4. Основные закономерности реакции равновесной поликонденсации. 5. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. 6. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации. 7. Для получения полимера с большей молекулярной массой при поликонденсации гликоля с дикарбоновой кислотой следует: а) подобрать подходящий катализатор, б) взять больше гликоля, в) выбрать оптимальную температуру, г) взять больше дикарбоновой кислоты. 8. Напишите схему реакции получения полиэтиленгликольтерефталата (лавсана). 9. Приведите схему получения глифталевых смол, назовите область их применения.

#### **Тема 9. Неравновесная поликонденсация: межфазная, в растворе.**

##### **Дегидрополиконденсация, полирекомбинация.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Неравновесная поликонденсация, основные закономерности. 2. Межфазная поликонденсация. 3. Поликонденсация в растворе. 4. Приведите примеры реакции окислительной дегидрополиконденсации. 5. Приведите примеры полирекомбинации. 6. Напишите примеры реакции полидегидрохлорирования.

## **Тема 10. Химические свойства и химические превращения полимеров.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Основное внимание при подготовке обратить на следующие моменты: 1. Отметьте реакции, приводящие к изменению степени полимеризации: а) внутримолекулярной циклизации; г) отщепления; б) привитой полимеризации; д) деструкции; в) сшивания; е) внутримолекулярного присоединения; ж) полимераналогичные превращения. 2. Полимераналогичные превращения ? это: а) синтез полимера аналогичной структуры, полимеризацией близкого по строению мономера; б) реакции, проводимые по функциональным группам полимера; в) пиролиз полимера до исходного мономера; г) отщепление функциональных боковых групп макромолекулы. 3. Каким путем может быть получен поливиниловый спирт? 4. Возможно ли получение изотактической полиакриловой кислоты? Если да ? то, каким путем? 5. Перечислите и охарактеризуйте основные особенности реакционной способности полимеров. 6. Реакции внутримолекулярного присоединения. 7. Реакции внутримолекулярной циклизации. 8 Реакции внутримолекулярного отщепления.

## **Тема 11. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. 2. Термическая деструкция. Возможные направления деструкции. 3. Влияние строения полимера на основные направления термической деструкции. 4. При термическом воздействии преимущественно будет происходить деполимеризация: а) полиэтилена; б) полиметилметакрилата; в) полиметакрилата; г) поливинилхлорида 5. При термическом воздействии преимущественно будет происходить деполимеризация: а) поливинилацетата; б) полиформальдегида; в) поли-альфа-метилстирола; г) поливинилового спирта; д) полипропилена. 6. Напишите реакции, протекающие при термической деструкции полиметилметакрилата. 7. При термическом воздействии преимущественное отщепление боковых групп будет наблюдаться в случае: а) полиметилметакрилата; б) поливинилхлорида; в) полиакрилонитрила; г) поливинилацетата; д) полипропилена. 8. Напишите реакции, протекающие при фотодеструкции разбавленного раствора полиизопрена. 9. Напишите реакции, протекающие при фотодеструкции концентрированного раствора полиизопрена. 10. Приведите схему радиационной деструкции на примере полиэтилена. 11. При действии на полиэтилен  $\gamma$ -излучения основным летучим продуктом будет: а) бутулен; б) этилен; в) водород. 12. Приведите общую схему реакций, протекающих при термоокислительной деструкции. 13. Напишите реакцию фотоокислительной деструкции полипропилена. 14. Привести пример гидролиза, применяемый в целях регенерации и вторичного использования полимерного материала. 15. Приведите пример озонирования и озонлиза каучука. 16. Механодеструкция, случаи проявления, использование явления. 17. Какой процесс называется пластикацией. 18. Что называется старением (деградацией) полимера. 19. Способы защиты полимера от деструкции.

## **Тема 12. Конфигурационная и конформационная изомерия макромолекулы.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Виды изомерии в макромолекулах. 2. Что такое структурная изомерия? 3. Что такое пространственная изомерия? 4. Соединение звеньев в макромолекуле по типу ?голова к голове? называется а) браком б) ненормальным присоединением в) дефектом цепи 5. Какие типы конформаций макромолекул Вам известны? 6. Какие типы конфигураций макромолекул Вам известны? 7. Количественные оценки размера макромолекулы.

## **Тема 13. Связь между средними размерами идеализированного клубка и контурной длиной цепи.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Связь между размером макромолекулы и учитываемыми параметрами звеньев цепи. 2. Модель свободно-сочленённой цепи. 3. Модель свободного вращения. 4. Модель с заторможенным вращением цепи. 5. Что называется исключённым объёмом? 6. Что понимается под гибкостью макромолекул? 7. Виды гибкости, в каких условиях они проявляются? 8. Термодинамическая гибкость макромолекул и критерии ее оценки. 9. Факторы, определяющие термодинамическую гибкость. 10. Кинетическая гибкость макромолекул, количественная оценка. 11. Факторы, определяющие кинетическую гибкость. 12. Температура стеклования является количественной характеристикой гибкости макромолекул.

#### **Тема 14. Поведение макромолекул в растворах.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Что такое энергия когезии? Чем оценивают энергию когезии полимеров? 2. Что такое параметр растворимости? Физический смысл этого параметра. 3. Какими методами можно определить параметр растворимости полимеров? 4. Термодинамика процесса растворения. 5. Что является критерием термодинамического сродства полимера и растворителя. 6. Какие растворы называются идеальными? 7. Какими методами можно определить химический потенциал растворителя? 8. Правило фаз Гиббса для системы полимер ? растворитель может быть записано: а)  $\Phi = K + 1 + C$ , б)  $\Phi = K + 2 + C$ , в)  $\Phi = K + 3 + C$  9. На фазовой диаграмме полимер ? растворитель кривая, отделяющая область однофазной системы от двухфазной, называется: а) нодой, б) параболой, в) бинодалью, г) равновесной кривой, д) кинетической кривой. 10. Отметьте признаки истинных растворов: а) принудительное образование б) молекулярная или ионная дисперсность в) уменьшение степени дисперсности во времени г) наличие сродства между компонентами д) агрегативная устойчивость е) необратимость 6. Выберите признаки присущие истинным растворам: а) агрегативная неустойчивость б) увеличение степени дисперсности во времени в) наличие поверхности раздела г) самопроизвольное образование д) отсутствие сродства между компонентами е) обратимость

#### **Тема 15. Особенности процесса растворения полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Пластификация.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Примерные вопросы: 1. Особенности процесса растворения полимеров. 2. Набухание ? это а) одностороннее смещение, при котором полимер играет роль растворителя, а вещество, в котором он набухает, - растворенного вещества. б) процесс заполнения растворителем имеющихся в полимере пустот. в) что-то другое? 3. Термин неограниченное набухание означает, что а) полимер способен набухать в любых растворителях. б) конечным результатом будет образование раствора. в) полимер набухает длительное время. 4. Что означает термин ?отрицательное набухание?? 26. Что такое пластификация? 5. Способы введения пластификатора в полимер. 6. Механизмы пластификации. 7. Межструктурная пластификация происходит: а) при высоком термодинамическом сродстве пластификатора к полимеру; б) если пластификатор является ?плохим? растворителем; в) если пластификатор является ?хорошим? растворителем, но взят в очень малых количествах; г) если существует сильное межмолекулярное взаимодействие молекул пластификатора с молекулами полимера. д) что-то ещё? 8. Что является количественной оценкой действия пластификатора? 9. Какое явление называется анти пластификацией? Природа явления. 10. Какие требования предъявляются к пластификаторам? 11. Приведите примеры наиболее распространенных пластификаторов. 12. Какие системы называют студнями? 13. Что называется точкой гелеобразования? 14. Каким образом отличить студень от концентрированного раствора? 15. Студни, каркас которых образован полимерными молекулами, фиксированными физической сеткой являются: а) термообратимыми, б) термонеобратимыми, в) оптически однородными, г) гетерофазной системой, д) термодинамически совместимой системой 16. Какой процесс называется синерезисом?

#### **Тема 16. Краткие представления о теории растворов Флори-Хаггинса.**

контрольная точка , примерные вопросы:

. Краткие представления о решёточной модели строения раствора. 2. Модель раствора по Флори-Хаггинсу. 3. Свободная энергия смешения. 4. Химический потенциал растворителя в растворе. 5. Физический смысл параметра Флори - Хаггинса . 6. Физический смысл  $\chi$  - температуры.



## **Тема 17. Осмометрия растворов полимеров как метод определения среднечисловых молекулярных масс.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Уравнение состояния полимера в растворе. 2. Связь осмотического давления раствора полимера с молекулярной массой. 3. Второй вириальный коэффициент. 4. Что такое ?хороший?, ?плохой? растворитель? 5. Какими параметрами оценивают качество растворителя? 6. Как меняется осмотическое давление раствора с изменением качества растворителя? 7. Суть и возможности метода осмометрии.

## **Тема 18. Гидродинамические свойства макромолекул и их особенности по сравнению с растворами низкомолекулярных веществ.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. Что такое вязкость? 2. Что называют кривыми течения? 3. Что такое ньютоновская и не ньютоновская вязкость? 4. Какое явление называется тиксотропией? 5. Используя какой прием можно понизить вязкость конкретного раствора полимера? 6. Как влияет температура на вязкость? 7. Что понимают под энергией активации вязкого течения? 8. Какие методы определения вязкости Вам известны? Приведите их краткую характеристику. 9. Что такое число Рейнольдса и для чего его определяют? 10. На основе какого закона определяют вязкость в капиллярных вискозиметрах? 11. Какие вязкостные характеристики растворов полимеров Вам известны? 12. Что связывает уравнение Хаггинса? В каких целях применяется? 13. Какую размерность может иметь характеристическая вязкость? а) дл/г; б) Па.с; в) безразмерна; г) см<sup>3</sup>/г; д) г/дл. 14. Значение характеристической вязкости одного и того же образца полимера с увеличением сродства растворителя к полимеру: а) уменьшается; б) растет; в) не меняется. 15. Как определить характеристическую вязкость, если наблюдается зависимость вязкости от скорости сдвига? 16. Для чего предназначено уравнение Марка ? Хаувинга ? Куна? Как определить входящие в него константы? 17. Константа ?а? из уравнения Марка - Хаувинга ? Куна в тэта-условиях равна: 1) 0; 2) 0.5; 3) 1; 4) 1.5; 5) 2. 18. Что называется гидродинамическим коэффициентом набухания макромолекулы? 19. Как можно определить размеры макромолекулы, используя вискозиметрический метод?

## **Тема 19. Полимерные тела. Аморфные полимеры.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Какие фазовые состояния полимеров Вам известны? а) стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее; б) твердое, жидкое; в) аморфное, кристаллическое. 2. Модель аморфного фазового состояния. 3. В каких физических состояниях может находиться аморфный полимер? Как определить области их существования? 4. Что такое температура стеклования? От чего она зависит? 5. Температура стеклования высокополимера увеличивается а) с ростом молекулярной массы полимера, б) с уменьшением молекулярной массы, в) не зависит от молекулярной массы полимера. 6. Для каучуков температура стеклования определяет а) верхний, б) нижний, в) средний температурный предел их эксплуатационных возможностей, г) не влияет на эксплуатационные свойства. 7. Для пластических масс температура стеклования определяет а) верхний, б) нижний, в) средний температурный предел их эксплуатационных возможностей, г) не влияет на эксплуатационные свойства. 8. Какая зависимость называется термомеханической кривой? а) кривая зависимости деформации от приложенного напряжения, полученная при различных температурах; б) кривая зависимости деформации от температуры; в) кривая зависимости деформации от времени. 9. Приведите термомеханическую кривую для аморфного полимера. 10. Как проявляется процесс кристаллизации на термомеханической кривой? 11. Как проявляется процесс образования пространственной сетки на термомеханической кривой? 12. Что такое релаксация, релаксационные процессы? 13. Что такое время релаксации? 14. Виды и природа деформаций, развиваемых в полимере под нагрузкой. 15. Что такое ползучесть? 16. Как выглядит типичная кривая ползучести, и какие параметры из нее можно определить?

## **Тема 20. Высокоэластическое состояние. Вязкотекучее состояние.**

контрольная точка , примерные вопросы:

1. В каких физических состояниях может находиться аморфный полимер? 2. В чем основное отличие физических состояний полимера? 3. Приведите зависимость нагрузка ? удлинение для полимера, находящегося в высокоэластическом состоянии. Объясните характер отражаемых процессов. 4. Что такое петля гистерезиса? Каковы возможные причины гистерезисных явлений? 5. Как можно разделить высокоэластическую деформацию и деформацию течения (вязкоупругую)? 6. Приведите зависимость нагрузка ? удлинение для полимера, находящегося в стеклообразном физическом состоянии. Объясните характер отражаемых процессов. 7. Что такое вынужденная эластичность? 8. Что называют пределом вынужденной эластичности? 9. Что называют температурой хрупкости? Как ее определить? 10. Почему высокоэластическая и вынуждено-эластическая деформация имеют релаксационный характер? 11. В гомологическом ряду с увеличением молекулярной массы полимера температура текучести а) уменьшается, б) увеличивается, в) практически не изменяется. 12. Приведите вид зависимости вязкости от молекулярной массы для расплава полимера. 13. Изменение вязкости расплава полимера в гомологическом ряду зависит от а) массы сегмента, б) температуры, в) молекулярной массы. 14. Энергия активации вязкого течения гибкоцепного полимера в расплаве зависит: а) от температуры, б) от молекулярной массы, в) от массы сегмента, г) от химического строения звена

### **Тема 21. Кристаллическое фазовое состояние полимеров.**

контрольная точка , примерные вопросы:

При подготовке обратить внимание на следующие вопросы: 1. Почему некоторые полимеры кристаллические, а другие аморфны? 2. Какие полимеры называются кристаллическими, а какие кристаллизующимися? 3. Что такое степень кристалличности? Методы оценки степени кристалличности. 4. Что понимают под температурой плавления полимера? 5. Что называется надмолекулярной структурой? 6. Какие типы надмолекулярных структур Вам известны? 7. Что такое кристаллит? 8. Что такое монокристалл? 9. Как устроен ламелярный кристалл? 10. В каких условиях может происходить формирование кристаллов с выпрямленными цепями, а в каких - со сложенными? 11. Кристаллы с выпрямленными цепями. 12. Как устроен фибриллярный кристалл? 13. Каковы различия в строении фибриллярного кристалла в кристаллических и ориентированных полимерах? 14. Типы и устройство сферолита. 15. Приведите термомеханическую кривую для кристаллического полимера. Зависит ли ее вид от степени кристалличности? 16. Приведите кривую нагрузка ? удлинение для высоко кристаллического полимера. Объясните наблюдаемую зависимость. 17. Что называют напряжением рекристаллизации?

### **Тема 22. Жидкокристаллическое состояние полимеров.**

реферат , примерные темы:

Написание реферата, в котором следует рассмотреть следующие моменты: 1. Понятие жидкокристаллического состояния 2. Типы мезофаз 3. Пути и возможности реализации жидкокристаллического состояния в полимерах

### **Тема 23. Методы синтеза высокомолекулярных соединений: полимеризация, поликонденсация**

устный опрос , примерные вопросы:

В обязательном порядке на семинаре будут рассмотрены вопросы приведенные ниже. Тема: Полимеризация 1. Какие реакции называются полимеризацией? 2. Процесс полимеризации с точки зрения термодинамики. 3. Что такое полимеризационно-деполимеризационное равновесие? 4. Как меняется энтальпия и энтропия в процессе полимеризации? 5. Как влияет строение винильного мономера на способность его к полимеризации по тому или иному механизму? 6. Термическое инициирование. 7. Фотохимическое инициирование. Квантовый выход. 8. Химическое инициирование. 9. Типы инициаторов. 10. Привести примеры инициаторов и реакции их распада. 11. Эффективность инициирования. Причины не полного расходования инициатора на прямой процесс. 12. Окислительно-восстановительное инициирование. 13. Живая полимеризация. 14. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву только материальной цепи). 15. Обрыв цепи (реакции, приводящие к обрыву материальной и кинетической цепи). 16. Ингибиторы и замедлители радикальной полимеризации. Примеры. 17. Теломеризация. Телогены. 18. Реакция теломеризации в органическом синтезе. Синтез мономеров. 19. Анионная полимеризация. 20. Катализаторы анионной полимеризации. 21. Что такое живые полимеры? Живая полимеризация. 22. Использование живой полимеризации. 23. Катионная полимеризация. 24. Катализаторы катионной полимеризации. 25. Роль промоторов в катализе катионной полимеризации. 26. Виды обрыва цепи в катионной полимеризации. 27. Роль растворителя в ионной полимеризации. 28. Что такое стереоспецифическая полимеризация и стереорегулярные полимеры? 29. Принципы стереорегулирования в реакциях полимеризации. 30. Анионно-координационная полимеризация. 31. Катализаторы анионно-координационной полимеризации. Тема: Поликонденсация 1. Реакция поликонденсации. Классификация. 2. Приведите уравнение, связывающее степень полимеризации со степенью завершенности реакции. 3. Основные закономерности реакции равновесной поликонденсации. 4. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. 5. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на молекулярную массу продуктов поликонденсации. 6. Приведите схему получения глифталевых смол, назовите область их применения. 7. Неравновесная поликонденсация, основные закономерности. 8. Межфазная поликонденсация. 9. Поликонденсация в растворе. 10. Приведите примеры реакции окислительной дегидрополиконденсации. 11. Приведите примеры полирекомбинации. 12. Напишите примеры реакции полидегидрохлорирования. 13. Трехмерная поликонденсация, основные закономерности. 14. Напишите схему реакции получения новолачной фенол-формальдегидной смолы, укажите условия. 15. Напишите пример реакции получения резольной фенол-формальдегидной смолы (укажите условия).

#### **Тема 24. Способы проведения полимеризации. Эмульсионная полимеризация метилметакрилата**

коллоквиум, примерные вопросы:

Для беседы с преподавателем ознакомиться с темой: способы проведения реакций полимеризации. После выполнения работы написать отчет, включающий краткое описание проведения эмульсионной полимеризации, методику проведения реакции, уравнения химических процессов (инициирование, рост цепи, обрыв цепи), определить выход полимера.

#### **Тема 25. Суспензионная полимеризация бутилметакрилата**

коллоквиум, примерные вопросы:

Для беседы с преподавателем ознакомиться с темой: способы проведения реакций полимеризации. После выполнения работы написать отчет, включающий краткое описание проведения суспензионной полимеризации, методику проведения реакции, уравнения химических процессов (инициирование, рост цепи, обрыв цепи), определить выход полимера.

#### **Тема 26. Кинетика радикальной полимеризации метилметакрилата в блоке**

коллоквиум, примерные вопросы:

Для беседы с преподавателем ознакомиться с темой: кинетика радикальной полимеризации и методикой эксперимента. После выполнения работы написать отчет, включающий краткое описание методики проведения эксперимента. В процессе обработки результатов рассчитать скорости реакции для всех использованных концентраций инициатора и определить порядок реакции по инициатору.

#### **Тема 27. Получение полиэфира линейного строения на основе двухосновной кислоты и диэтиленгликоля.**

коллоквиум , примерные вопросы:

КСР (4 часа) - письменная работа, обсуждение с группой наиболее сложных разделов темы (закономерности реакций поликонденсации, влияние температуры, концентрации и других условий, побочные процессы, остановка роста цепи, типы реакций неравновесной поликонденсации) Для беседы с преподавателем повторить тему: поликонденсация. После выполнения работы написать отчёт, включающий краткое описание проведения эксперимента. Определить константу скорости реакции поликонденсации дикарбоновой кислоты с гликолем при определённой температуре (по указанию преподавателя). Используя аналогичные результаты, полученные другими студентами в группе (но при других температурах) рассчитать энергию активации процесса.

#### **Тема 28. Переосаждение синтезированных полимеров, приготовление растворов. Полидисперсность полимеров.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Для беседы с преподавателем повторить тему: полидисперсность полимеров. После переосаждения полиметилметакрилата, полученного в результате эмульсионной полимеризации, приготовить раствор и методом турбидиметрического титрования оценить полидисперсность образца. Написать отчёт, построить аналоги функций ММР (интегральную и дифференциальную).

#### **Тема 29. Молекулярные массы полимеров, методы определения.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Для беседы с преподавателем повторить темы: молекулярные массы полимеров и гидродинамические характеристики полимеров. После выполнения работы написать отчёт, включающий краткое описание проведения эксперимента. На основании полученных данных определить характеристическую вязкость раствора своего образца полиметилметакрилата и рассчитать молекулярную массу по уравнению Марка-Хаувинга-Куна.

#### **Тема 30. Полиэлектролиты.**

устный опрос , примерные вопросы:

КСР (4 часа) - письменная работа, обсуждение наиболее сложных разделов темы Вопросы к опросу: 1.Какие полимерные вещества называются полиэлектролитами? 2.Приведите примеры. 3.Особенности поведения полимерных цепей, содержащих ионогенные группы. 4.Ионизационные свойства полиэлектролитов и особенности по сравнению с низкомолекулярными аналогами. 5.Особенности гидродинамических свойств полиэлектролитов 6.Особенности ионизационного равновесия в растворах полиамфолитов. 7.Изоэлектрическое состояние и изоэлектрическая точка полиамфолита. Способы определения. 8.Изоионная точка полиамфолита. Способы определения. 9.Какие полимерные материалы называют ионообменными смолами? 10.Что такое катиониты? Приведите примеры. 11.Что такое аниониты? Приведите примеры. 12.Что такое амфотерные иониты? Приведите примеры. 13.Как могут быть получены ионообменные смолы? 14.Закономерности ионного обмена. 15.Какие существуют количественные характеристики способности ионита к ионному обмену? 16.Полная обменная емкость и ее определение. 17.Как определить полную динамическую емкость? 18.Как определить динамическую обменную емкость до проскока? 19.Что такое доннановское равновесие и доннановский потенциал? 20.Что такое хемосорбционные материалы? 21.Области применения ионообменных материалов.

#### **Тема 31. Полиэлектролиты. Определение констант диссоциации поликислоты и мономерного аналога методом потенциометрического титрования.**

отчет , примерные вопросы:

Провести титрование полиакриловой кислоты и её низкомолекулярного аналога (пропионовой кислоты). Обсудить различие электролитических свойств этих соединений. Исследовать зависимость удельной вязкости раствора полиакриловой кислоты от pH.

#### **Тема 32. Титрование полиакриловой кислоты в присутствии низкомолекулярного электролита. Определение гидродинамических характеристик раствора в процессе титрования.**

Отчёт , примерные вопросы:



КСР (3 часа) Письменная работа и беседа по наиболее сложным вопросам темы "Ионообменные смолы" (типы смол, назначение, способы получения, основные закономерности ионного обмена, характеристики, обменная ёмкость, доннановское равновесие, доннановский потенциал). Провести титрование полиакриловой кислоты в присутствии хлорида натрия. По экспериментальным данным построить необходимые графики (согласно методике, приведённой в методическом пособии). Исследовать зависимость удельной вязкости раствора полиакриловой кислоты в присутствии хлорида натрия от pH и сравнить с полученными результатами в отсутствие низкомолекулярного электролита, объяснить наблюдаемые различия.

### **Тема 33. Определение изоэлектрической точки полиамфолита (желатина).**

отчет, примерные вопросы:

Согласно методике, приведённой в методическом пособии, определить изоэлектрическую точку полиамфолита и её смещение в присутствии хлорида бария. Объяснить наблюдаемое, написать отчёт.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

На всех этапах освоения дисциплины Высокомолекулярные соединения проводится контроль усвоения материала. Оценка знаний производится с помощью балльно-рейтинговой системы.

Чтение лекций сопровождается проведением контрольных (тестовых) работ по каждому из разделов программы (варианты приведены в приложении). В рамках лабораторного практикума проводятся семинары по ключевым разделам программы. Каждой лабораторной работе предшествует коллоквиум. После завершения лабораторного практикума выставляется зачет с учетом результатов текущего контроля (баллы за контрольные работы, семинары, коллоквиумы и практические занятия) и проводится экзамен.

### **ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ К ЭКЗАМЕНАМ**

#### **БИЛЕТ 1**

- 1 Химическое инициирование радикальной полимеризации.
- 2 Термодинамика процесса растворения полимеров.

#### **БИЛЕТ 2**

- 1 Влияние строения мономера на его склонность к полимеризации по определенному механизму.
- 2 Кристаллическое фазовое состояние полимеров. Типы надмолекулярных структур.

#### **БИЛЕТ 3**

- 1 Термодинамика полимеризации.
- 2 Стеклообразное физическое состояние полимеров.

#### **БИЛЕТ 4**

- 1 Инициирование радикальной полимеризации (термическое, фотохимическое, радиационное).
- 2 Релаксационные и деформационные свойства полимеров.

### 7.1. Основная литература:

1. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 223 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036) ? Загл. с экрана.
  2. Кленин В.И. Высокомолекулярные соединения: учебник. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2013. - 512 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5842)
  3. Полиэлектролиты [Текст : электронный ресурс]: методические указания к курсу 'Высокомолекулярные соединения' / Казан. гос. ун-т; [сост.: доц. А. А. Собанов, доц. Л. М. Бурнаева, проф. Р. А. Черкасов]. ?Электронные данные (1 файл: 0,97 Мб).?Б.м.: Б.и., Б.г..?Загл. с экрана.?Режим доступа: открытый.
- Полиэлектролиты: метод. указания к курсу 'Высокомолекуляр. соединения' / Казан. гос. ун-т; [сост.: доц. А.А. Собанов, доц. Л.М. Бурнаева, проф. Р.А. Черкасов].?Казань, 2007 .? <http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-765416.pdf>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кулезнев В.Н. ,Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2014. - 368 с.[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51931](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931)
2. Азаров В.И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров. - 2-е изд., испр.- СПб.:Лань, 2010. - 624 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4022](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4022)
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю.Д. Семчиков.?3-е изд., стер..?Москва: Академия, 2006.?366 с.
4. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю. Д. Семчиков.?2-е изд., стер..?Москва: Академия, 2005?366 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

полезные ссылки - <http://old.kpfu.ru/f7/index.php?id=15>  
Учебные материалы по химии ВМС - <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>  
учебные пособия - <http://old.kpfu.ru/f7/index.php?id=9>  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036)  
электронная библиотечная система - <http://e.lanbook.com/view/book/10123/>  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5842)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Высокомолекулярные соединения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Катетометр КМ-6  
Катетометр КМ-8  
Спектрофотометр СФ-4А  
Регулятор Р-31М  
Фотокалориметр КФК-2  
Фотокалориметр КФК-2  
Фотокалориметр КФК-2  
Муфельная печь ЛМ-312  
Центрифуга Т-51-1

Вакуумметр КУ  
Микроскоп Л-4  
Вакуумметр КУ  
Весы технические 34-013  
Весы АВ-ИБ 5/3-3  
Термостат УН-8  
Термостат УН-8  
Термостат УН-8  
Термостат УН-8  
Трансформатор ММС  
Весы лаб. ВЛР-200  
Спектрофотометр СФ-26  
Спектрофотометр СФ-16  
Прибор для измерения условной вязкости  
Весы лаб. ВЛТЭ-1000  
Дистиллятор лаб.  
Светильник  
Противогаз ГП-7 ВТБ  
Вытяжные шкафы 4 шт.  
Столы рабочие  
Мешалки лабораторные  
Набор химических реактивов и химической посуды

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Курамшин А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Галкин В.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.