

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.05.2025
№ 1-08/2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Высокомолекулярные соединения»

название дисциплины

для студентов направления подготовки

04.03.01 «Химия»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины –

- сообщить студенту сведения о наиболее значимых химических знаниях, приобретенных человечеством на современном этапе его развития, и значении науки о полимерах в жизни и практической деятельности человека;
- дать представления о многообразии полимеров, их систематике, строении, способах получения, механизмах реакций, физико-химических свойствах и закономерностях их поведения в технологических процессах и эксплуатации материалов изготовленных на основе полимеров, их применении.

Задачи изучения дисциплины -

- сформировать представления о полимерах как особом состоянии вещества, в котором фактор времени имеет существенно значение;
- показать, что большие размеры и цепное строение макромолекул обуславливают появление ряда важных специфических свойств, которые определяют практическую ценность полимеров как материалов, а также их биологическое значение;
- физико-механические свойства полимеров определяются не только химическим составом и строением, т.е. структурой на молекулярном уровне, но и взаимным расположением макромолекул и их элементов — их надмолекулярной организацией;
- в результате изучения дисциплины студент должен уметь: синтезировать полимеры различными методами радикальной полимеризации и методами поликонденсации, освоить основные методы химических превращений полимеров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» реализуется в рамках обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- неорганическая химия (состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений, связь строения вещества и протекания химических процессов, навыки описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов);
- органическая химия (владение теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений; владеть основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений);
- химическая технология (знать теоретические основы химико-технологических процессов, иметь общее представление о структуре химико-технологических систем, знать типовые химико-технологические процессы производства, понимать взаимодействие химического производства и окружающей среды).

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- преддипломная практика;
- государственная итоговая аттестация.

Дисциплина изучается на IV курсе в VII и VIII семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК- 2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	З-ОПК-2 Знать: - основы пробоподготовки; - основы строения веществ (атомов, молекул, кристаллов); теоретические основы химических процессов; химические свойства элементов и их соединений; У-ОПК-2 Уметь: -работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; -синтезировать вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик; - проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе; -исследовать свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования; -правильно выбрать необходимый метод, способный дать наиболее точные результаты при определении конкретного компонента; - проводить пробоподготовку, необходимую для осуществления выбранного метода анализа; -правильно провести измерения аналитического сигнала в рамках выбранного метода; В-ОПК-2 Владеть: - методами химического анализа; -основами техники постановки физико-химического эксперимента; - навыками работы с приборами инструментальной базы, имеющейся в распоряжении; - навыками безопасной работы в химической лаборатории; навыки взвешивания, измерения объемов и плотностей жидкостей.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	- Создание условий, обеспечивающих формирование культуры работы с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B33)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ.
	- Создание условий, обеспечивающих формирование культуры работ, связанных с проведением химического анализа с использованием современной инструментальной исследовательской базы (B34)	Использование воспитательного потенциала дисциплины, для формирования навыков соблюдения мер безопасности при работе с реагентами разных классов опасности на современном научно-исследовательском оборудовании, позволяющем проводить высокоточный качественный и количественный химический анализ; - формирования навыков ответственной работы с использованием современной инструментальной аналитической базы; -формирования мотиваций в освоении разнообразной современной инструментальной базы химического анализа; -формирования мотиваций к научно-исследовательской работе в области химических наук.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы по семестрам:		
	№ 7	№ 8	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия (всего)	80	50	130
В том числе:			
<i>лекции</i>	32	16	48
<i>практические занятия</i>	16	8	24
<i>лабораторные занятия</i>	32	16	48
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
<i>зачет</i>	+		
<i>Экзамен</i>		54	54
Самостоятельная работа обучающихся	28	14	42
Всего (часы):	108	108	180
Всего (зачетные единицы):	3	3	6

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-2	1 Основные понятия и определения физикохимии высокомолекулярных соединений	4	2			5
1	1.1 Полимеры. Номенклатура. Классификация полимеров.	2	1			2
2	1.2 Особенности строения полимеров. Применения	2	1			3

	полимеров.					
3-7	2 Структура полимеров.	10	8	16		8
3	2.1 Конфигурации и конформации макромолекул	2	2			2
4	2.2 Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи	2	2			2
5-6	2.3 Основные представления о структуре полимеров	4	2	8		2
7	2.4 Надмолекулярная структура полимеров	2	2	8		2
8-10	3 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.	6	4			4
8-9	3.1 Особенности упорядоченности строения полимеров	3	2			2
9-10	3.2 Кристаллизация и стеклование	3	2			2
11-14	4 Растворы полимеров	8	2	12		6
11-12	4.1 Растворы полимеров. Набухание полимеров.	4	1	8		3
13-14	4.2 Гели. Приготовление растворов.	4	1	4		3
15-16	5 Деформационные свойства и механическая прочность полимеров	4	2	4		5
15	5.1 Деформационные свойства полимеров	2	1	4		2
16	5.2 Механическая прочность и долговечность полимеров	2	1			3
	Итого за семестр VII	32	16	32		28
1-3	6 Радикальная полимеризация	4	3			3
1-2	6.1 Полимеризация: термическая, фотополимеризация,	2	2	5		2

	радиационная, инициированная.					
3	6.2 Способы проведения полимеризации	2	1			1
4-5	7 Ионная полимеризация	4	2			2
4-5	7.1 Катионная и анионная полимеризация	4	2			12
6	8 Сополимеризация	4	1			4
6	8.1 Сополимеризация	4	1	5		4
7-10	9 Поликонденсация	4	2	5		5
	9.1Разновидности поликонденсации. Кинетика поликонденсации	2	1	5		2
	9.2Равновесная и неравновесная поликонденсация.	2	1			3
	Итого за семестр VIII	16	8	16		14
	Всего	48	24	48		42

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП –практическая подготовка.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-2	1.Основные понятия и определения физикохимии высокомолекулярных соединений	
1	1.1 Полимеры. Номенклатура. Классификация полимеров.	Отличительные свойства полимеров. Номенклатура полимеров. Классификация полимеров.
2	1.2 Особенности строения полимеров. Применения	Особенности молекулярного строения полимеров. Наиболее важные синтетические и природные

	полимеров.	полимеры. Применение полимеров.
3-7	2 Структура полимеров.	
3	2.1 Конфигурации и конформации макромолекул	Внутреннее вращение в макромолекулах. Конфигурация и конформация макромолекул. Размеры макромолекул.
4	2.2 Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи	Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи и факторы, которые ее определяют.
5-6	2.3 Основные представления о структуре полимеров	Основные представления о структуре полимеров: кристаллические и аморфные полимеры.
7	2.4 Надмолекулярная структура полимеров	Надмолекулярная структура полимеров и методы ее исследования.
8-10	3 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.	
8-9	3.1 Особенности упорядоченности строения полимеров	Общие представления о фазовых состояниях и фазовых переходах. Особенности упорядоченного состояния полимеров.
9-10	3.2 Кристаллизация и стеклование	Кристаллизация и стеклование полимеров. Высокоэластическое состояние полимеров. Упругая деформация. Необратимая деформация течения. Ползучесть полимерных материалов. Переход полимеров из высокоэластического в стеклообразное состояние и вязкотекучее состояние. Механизм процесса стеклования.
11-14	4 Растворы полимеров	
11-12	4.1 Растворы полимеров. Набухание полимеров.	Системы полимер – низкомолекулярная жидкость. Истинные растворы полимеров. Набухание.
13-14	4.2 Гели. Приготовление растворов.	Студни или гели полимеров. Термодинамика растворения и набухания. Теория растворов полимеров. Реологические свойства растворов и студней полимеров. Способы приготовления и очистки растворов полимеров.
15-16	5 Деформационные свойства и механическая прочность полимеров	
15	5.1 Деформационные свойства	Деформационные свойства полимеров. Деформационные кривые для кристаллических и

	полимеров	аморфных полимеров
16	5.2 Механическая прочность и долговечность полимеров	Механическая прочность и долговечность полимеров. Ориентация полимеров. Влияние наполнителей на механические свойства полимеров. Пластификаторы. Смеси полимеров.
1-3	6 Радикальная полимеризация	Мономеры – исходные продукты для синтеза ВМС. Особенности полимеризационных процессов. Особенности процессов конденсации. Термодинамика полимеризации.
1-2	6.1 Полимеризация: термическая, фотополимеризация, радиационная, инициированная.	Виды полимеризации: термическая, фотополимеризация, радиационная, инициированная. Способы инициирования: инициирование с помощью перекисей, окислительно-восстановительное, электрохимическое. Рост цепи. Влияние строения мономеров на рост макромолекул. Обрыв цепи. Передача цепи. Ингибиторы и регуляторы. Роль кислорода и примесей при радикальной полимеризации. Кинетика радикальной полимеризации. Степень полимеризации. Молекулярно-массовое распределение (ММР) продуктов радикальной полимеризации. Влияние различных факторов на процесс радикальной полимеризации: концентрации мономера, концентрации инициатора, температуры, давления, гель-эффект, влияние кислорода. Влияние фазового состояния мономера на реакцию радикальной полимеризации.
3	6.2 Способы проведения полимеризации	Способы проведения полимеризации в жидкой фазе: в мономере, суспензионная, эмульсионная, в растворителе.
4-5	7 Ионная полимеризация	
4-5	7.1 Катионная и анионная полимеризация	Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Кинетика полимеризации на гетерогенных катализаторах Циглера – Натта.
6	8 Сополимеризация	
6	8.1 Сополимеризация	Радикальная. Ионная. Стереорегулирование при

		радикальной и ионной полимеризации
7-10	9 Поликонденсация	
	Разновидности поликонденсации	Разновидности поликонденсации. Термодинамические аспекты поликонденсации.
	Равновесная и неравновесная поликонденсация	Кинетика поликонденсации: линейная поликонденсация, совместная поликонденсация, трехмерная поликонденсация. Побочные реакции при поликонденсации. Неравновесная поликонденсация. Поликонденсация в твердой фазе

Практические/семинарские занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-2	1. Основные понятия и определения физикохимии высокомолекулярных соединений	
1	1.1 Полимеры. Номенклатура. Классификация полимеров.	Номенклатура полимеров. Классификация полимеров.
2	1.2 Особенности строения полимеров. Применения полимеров.	Особенности молекулярного строения полимеров. Наиболее важные синтетические и природные полимеры.
3-7	2 Структура полимеров.	
3	2.1 Конфигурации и конформации макромолекул	Внутреннее вращение в макромолекулах. Конфигурация и конформация макромолекул. Размеры макромолекул.
4	2.2 Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи	Термодинамическая и кинетическая гибкость цепи и факторы, которые ее определяют.
5-6	2.3 Основные представления о структуре полимеров	Основные представления о структуре полимеров: кристаллические и аморфные полимеры.
7	2.4 Надмолекулярная структура полимеров	Надмолекулярная структура полимеров и методы ее исследования.
8-10	3 Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.	

8-9	3.1 Особенности упорядоченности строения полимеров	Общие представления о фазовых состояниях и фазовых переходах.
9-10	3.2 Кристаллизация и стеклование	Кристаллизация и стеклование полимеров. Высокоэластическое состояние полимеров. Упругая деформация. Необратимая деформация течения. Переход полимеров из высокоэластического в стеклообразное состояние и вязкотекучее состояние.
11-14	4 Растворы полимеров	
11-12	4.1 Растворы полимеров. Набухание полимеров.	Системы полимер – низкомолекулярная жидкость. Истинные растворы полимеров. Набухание.
13-14	4.2 Гели. Приготовление растворов.	Студни или гели полимеров. Термодинамика растворения и набухания. Теория растворов полимеров.
15-16	5 Деформационные свойства и механическая прочность полимеров	
15	5.1 Деформационные свойства полимеров	Деформационные кривые для кристаллических и аморфных полимеров
16	5.2 Механическая прочность и долговечность полимеров	Механическая прочность и долговечность полимеров.
1-3	6 Радикальная полимеризация	Мономеры – исходные продукты для синтеза ВМС. Особенности полимеризационных процессов. Особенности процессов конденсации.
1-2	6.1 Полимеризация: термическая, фотополимеризация, радиационная, инициированная.	Виды полимеризации: термическая, фотополимеризация, радиационная, инициированная. Способы инициирования: инициирование с помощью перекисей, окислительно-восстановительное, электрохимическое. Рост цепи. Влияние строения мономеров на рост макромолекул. Обрыв цепи. Передача цепи. Ингибиторы и регуляторы.
3	6.2 Способы проведения полимеризации	Способы проведения полимеризации в жидкой фазе: в мономере, суспензионная, эмульсионная, в растворителе.
4-5	7 Ионная полимеризация	

4-5	7.1 Катионная и анионная полимеризация	Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Кинетика полимеризации на гетерогенных катализаторах Циглера – Натта.
6	8 Сополимеризация	
6	8.1 Сополимеризация	Радикальная. Ионная. Стереорегулирование при радикальной и ионной полимеризации
7-10	9 Поликонденсация	
	Разновидности поликонденсации	Разновидности поликонденсации. Термодинамические аспекты поликонденсации.
	Равновесная и неравновесная поликонденсация	Кинетика поликонденсации: линейная поликонденсация, совместная поликонденсация, трехмерная поликонденсация.

Лабораторные занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-8	2 Структура полимеров	
1-4	2.3 Основные представления о структуре полимеров	Изучение термической деструкции полимеров. Определение продуктов деструкции.
5-8	2.4 Надмолекулярная структура полимеров	Идентификация полимеров по спектрам ИК – поглощения
9-16	4 Растворы полимеров	
9-16	4.1 Растворы полимеров. Набухание полимеров.	Ионно-обменные полимеры
		Ионно-обменные полимеры
1-5	6 Радикальная полимеризация	
	Радикальная полимеризация	Синтез полиамида в растворе (окислительно-восстановительное инициирование) Синтез полиакрилонитрила в растворе. Синтез полистирола (термическое инициирование) Эмульсионная полимеризация стирола

6-10	9 Поликонденсация	
6	Поликонденсация	Синтез фенолформальдегидных олигомеров новолачного и резольного типов

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по освоению дисциплины «Высокомолекулярные соединения», утвержденные отделением биотехнологий.

2. Методические рекомендации по написанию реферата, утвержденные отделением биотехнологий.

3. Методические указания по преподаванию дисциплины «Высокомолекулярные соединения», утвержденные отделением биотехнологий.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, VII семестр			
1	1. Основные понятия и определения физикохимии высокомолекулярных соединений. 2. Структура полимеров 3. Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров	З-ОПК-2, У-ОПК-2 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Оценочное средство №3- собеседование (устный опрос) Оценочное средство № 4.1 - защита лабораторной работы Оценочное средство № 5 - реферат
2	4. Растворы полимеров 5. Деформационные свойства и механическая прочность полимеров	У-ОПК-2, В- ОПК-2- Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Оценочное средство № 5 - реферат Оценочное средство № 4.2- защита лабораторной работы
Промежуточная аттестация, VII семестр			

	зачет		Оценочное средство № 1
Текущая аттестация, VIII семестр			
1	6. Радикальная полимеризация	З - ОПК-2, У-ОПК-2 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Оценочное средство № 6.1 – контрольная работа Оценочное средство № 4.3 – защита лабораторных работ Оценочное средство № 7 – реферат
2	7. Ионная полимеризация, 8. Сополимеризация, 9. Поликонденсация	У- ОПК-2, В-ОПК-2 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	Оценочное средство № 6.2 – контрольная работа Оценочное средство № 4.4 – защита лабораторных работ Оценочное средство № 7 – реферат
Промежуточная аттестация, VIII семестр			
	экзамен		Оценочное средство №2

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

Оценочное средство № 1

Вопросы к зачету курсу ВМС

1. Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения. Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, среднемассовая).
2. Классификация полимеров 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 и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.
3. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереосомерия и стереорегулярные макромолекулы. Атактические, изотактические и синдиотактические полимеры.

4. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, сегмент Куна).
5. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов.
6. Энергетические барьеры внутреннего вращения. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты).
7. Три физических состояния полимеров. Термомеханические кривые аморфных и кристаллических полимеров. Релаксационные явления в полимерах и их роль в поведении полимеров.
8. Определение размеров макромолекул. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.
9. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления.
10. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Свойства аморфных полимеров.
11. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности.
12. Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Температура стеклования. Термомеханические кривые аморфных полимеров
13. Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Механические модели аморфных полимеров.
14. Кристаллизация полимеров. Влияние строения полимеров на кристаллизацию. Зависимость структуры полимеров от температуры кристаллизации. Свойства кристаллических полимеров.
15. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров. механизм «холодного течения» кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.
16. Долговечность полимерных материалов. Механизм разрушения полимеров. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Композиционные материалы. Принципы формирования полимеров, наполненные полимеры.
17. Системы полимер – низкомолекулярная жидкость. Растворы полимеров. Факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Неограниченное и ограниченное набухание. Термодинамический критерий растворимости. Фазовые диаграммы систем полимер-растворитель. Критические температуры растворения.
18. Пластификация. Основные закономерности. Теория и механизм пластификации. Влияние пластификаторов на свойства полимеров.

19 Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров. *Пример билета к зачету:*

1. Какие соединения называются высомолекулярными? Полимер. Мономерное звено. Использование полимеров в науке и промышленности. Какими свойствами обусловлено широкое использование полимеров в качестве современных материалов.
2. Структура полимеров: аморфные и кристаллические полимеры. Кристаллизация и стеклование полимеров. Структура аморфных полимеров. Три физических состояния.
3. Расположить вещества в порядке увеличения потенциального барьера вращения: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$, $\text{F}_3\text{C}-\text{CF}_3$, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$, $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$, $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$, $\text{H}_3\text{C}-\text{SH}$, $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$, $\text{H}_3\text{C}-\text{SH}_3$, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$. Дать объяснения.

Оценочное средство №2

Вопросы к экзамену курсу ВМС

1. Получение полимера из низкомолекулярных соединений; Полимеризация; Поликонденсация. Особенность полимеризационных процессов; особенность процесса поликонденсации.
2. Влияние строения мономера на рост макрорадикалов; Активность мономеров; Активность радикалов.
3. Инициирование радикальной полимеризации: термическое, фото-, радиационное, электрохимическое.
4. Инициирование радикальной полимеризации. Окислительно-восстановительное инициирование.
5. Передача цепей и обрыв цепи в радикальной полимеризации. Константы самопередачи цепи и передачи цепи.
6. Ингибиторы и замедлители в радикальной полимеризации. Эффективность ингибитора. Бензохинон – ингибитор радикальной полимеризации.
7. Кинетика радикальной полимеризации: скорость роста цепи и обрыва цепи, суммарная скорость радикальной полимеризации. Кинетическая длина цепи. Взаимосвязь средней степени полимеризации со скоростью роста цепи, концентрацией инициатора.
8. Основное уравнение кинетики радикальной полимеризации. Термодинамика радикальной полимеризации.
9. Влияние температуры: концентрации мономера, давления, кислорода на процесс радикальной полимеризации. Гель-эффект.
10. Влияние фазового состояния мономера на реакцию радикальной полимеризации. Полимеризация в блоке, в растворителе.
11. Радикальная полимеризация в блоке, эмульсии, суспензии, и растворителе. Достоинства и недостатки.
12. Ионная полимеризация основы. Кинетика ионной полимеризации. Степень полимеризации для катионной и анионной полимеризации.
13. Катионная полимеризация: инициирование, рост и обрыв цепи.
14. Роль сокатализатора в катионной полимеризации.
15. Анионная полимеризация. Кт-анионной полимеризации. Схемы инициирования и рост цепи реакций, катализируемых амидом калия, металлическим натрием, бутилом лития. Обрыв цепи.
16. Сополимеризация. Константы сополимеризации. Зависимость между составом исходной цепи и составом получаемого сополимера. Условие азеотропности.
17. Сополимеризация. Реакционная способность мономеров. Регулярность сополимера. Выделение сополимера.
18. Основы поликонденсации. Отличительные черты от полимеризации. Изменение

молекулярной массы во времени. Необходимые условия для протекания поликонденсации. Условия образования линейных и разветвлённых полимеров.

19. Термодинамические аспекты поликонденсации. Конкурирующие реакции. Равновесная и неравновесная поликонденсация.

20. Кинетика линейной поликонденсации. K_t - поликонденсация. Глубина превращения. Влияние стехиометрии функциональных групп на молекулярную массу полимера. Стабилизаторы молекулярной массы.

21. Поликонденсационное равновесие и молекулярная масса полимера. Зависимость степени полимеризации продукта поликонденсации от константы равновесия.

22. Влияние концентрации мономера на скорость поликонденсации и молекулярной массы полимера. Влияние K_t на скорость поликонденсации и молекулярную массу. Влияние температуры на скорость поликонденсации и молекулярную массу.

23. Поликонденсация в расплаве, в растворе, на поверхности двух несмешивающихся жидкостей.

Оценочное средство №3

Вопросы для собеседования (устного опроса) (тема 1):

1. Напишите структурные формулы:

- а) полиэтилена
- б) полистирола
- в) поливинилхлорида
- г) полипропилена
- д) поливинилового спирта

2. Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации,

3. Пусть имеется смесь макромолекул, 50% которых имеет молекулярную массу 1000 и 50% - 30000. Рассчитайте M_w и M_n для этой смеси.

Вопросы для устного опроса (тема 2):

- 1. Теория растворов полимеров. Представления о моделях растворов полимеров. Идеальный раствор. Регулярный раствор. Решеточные модели растворов.
- 2. Какие факторы влияют на растворимость полимеров.

Оценочное средство №4

Оценочное средство №4.1

Вопросы для защиты лабораторных работ

- 1. Основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи.
- 2. Классификация полимеров 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 и сшитые полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.
- 3. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия. Конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереосомерия и стереорегулярные макромолекулы. Атактические, изотактические и синдиотактические полимеры.

4. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, сегмент Куна).

Оценочное средство №4.2

Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Системы полимер – низкомолекулярная жидкость
2. Растворы полимеров. Факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Неограниченное и ограниченное набухание
3. Ионообменные полимеры. Иониты: катиониты, аниониты, амфолиты.
4. Классификация ионитов
5. Обменная емкость ионитов. Регенерация ионитов.
6. Приготовление и очистка растворов полимеров

Оценочное средство №4.3

Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Получение полимера из низкомолекулярных соединений; Полимеризация; Поликонденсация. Особенность полимеризационных процессов; особенность процесса поликонденсации.
2. Радикальная полимеризация – механизм (общий); Термодинамические аспекты радикальной полимеризации.
3. Влияние строения мономера на рост макрорадикалов; Активность мономеров; Активность радикалов.
4. Инициирование радикальной полимеризации: термическое, фото-, радиационное, электрохимическое.
5. Инициирование радикальной полимеризации. Окислительно-восстановительное инициирование.
6. Передача цепей и обрыв цепи в радикальной полимеризации. Константы самопередачи цепи и передачи цепи.
7. Ингибиторы и замедлители в радикальной полимеризации. Эффективность ингибитора. Бензохинон – ингибитор радикальной полимеризации.
8. Кинетика радикальной полимеризации: скорость роста цепи и обрыва цепи, суммарная скорость радикальной полимеризации. Взаимосвязь средней степени полимеризации со скоростью роста цепи.
9. Кинетика инициирования радикальной полимеризации. Связь средней степени полимеризации с концентрацией инициатора. Влияние концентрации инициатора на скорость молекулярной массы полимера.
10. Влияние температуры: концентрации мономера, давления, кислорода на процесс радикальной полимеризации. Гель-эффект.
11. Влияние фазового состояния мономера на реакцию радикальной полимеризации. Полимеризация в блоке, в растворителе.
12. Радикальная полимеризация в эмульсии, в суспензии.

Оценочное средство №4.4

Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Реакция полимеризации акрилонитрила, иницируемую $(\text{NH}_4(\text{SO}_4)_x \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2)$. Акрилонитрил получите из этилена. Обрыв цепи: реакции рекомбинации и диспропорционирования. Если взять перекись в избытке как это отразится на ММ полимера?
2. Напишите реакцию полимеризации винилацетата, иницируемую перекисью бензоила. Обрыв цепи: реакции рекомбинации и диспропорционирования и передача цепи на мономер.

Винилацетат получите из метана. Почему винилацетат полимеризуется с большей скоростью, чем стирол? Для того чтобы ММ была выше, нужно больше взять инициатора или мономера?

3. Напишите реакцию полимеризации хлоропрена инициируемую динитрилом азо-бис-изомасляной кислоты ($\text{NC}-\text{C}(\text{CH}_3)_2 \text{N}=\text{N} \text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CN}$). Обрыв цепи: реакции рекомбинации и диспропорционирования. Мономер был не очищен от ингибитора (бензохинон), как это отразится на ММ полимера. Напишите реакцию передачи цепи на ингибитор.

4. Напишите на примере полимеризации пропилена реакции передачи цепи на мономер; на инициатора (перекись бензоила); на растворитель (хлороформ).

Оценочное средство № 5

Темы рефератов по учебной дисциплине: «Высокомолекулярные соединения»:

1. Структура и классификация полимеров
2. Биополимеры
3. Ионно-обменные полимеры
4. Полимеры для фильтрации
5. «Умные» полимеры
6. Исследование механических свойств полимеров
7. Электрические свойства полимеров
8. Использование полимеров в медицине и фармацевтике
9. Элементорганические полимеры
10. Методы приготовления растворов полимеров и их очистка.
11. Хроматографическое разделение полимеров
12. Трековые мембраны
13. Полиэлектролиты
14. Спектральные методы исследования полимеров
15. Номенклатура полимеров
16. Полярографический метод в химии полимеров
17. Методы определения молекулярной массы полимеров
18. Полимерные адсорбенты
19. Гели полимеров
20. Привитые полимеры
21. Композиционные полимеры

Оценочное средство №6

Оценочное средство № 6.1

Контрольная работа

1. Тема Радикальная полимеризация

Вариант-1.

1. Напишите названия соответствующих мономеров и формулы соответствующих полимеров

А) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$

Б) $\text{CH}_3-\text{COOCH}=\text{CH}_2$

В) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

Г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

2. Элементарные стадии процессов РПМ. Для каких процессов зависимость скорости от концентрации имеет первый, второй и половинный порядок.
3. Что такое ингибитор, регулятор и замедлитель РПМ. Эффективность работы и механизм действия.
4. Напишите уравнения реакций инициирования
 - с помощью нагревания
 - фотоиницирование
 - с помощью химического инициатора

5. Напишите полимеризацию хлоропрена. Инициатор азо-бис изомасляная кислота ($\text{NC}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{N}=\text{N}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CN}$). Обрыв цепи реакции рекомбинации и диспропорционирования.
6. Объясните почему стирол полимеризуется с меньшей скоростью чем винилацетат.

Оценочное средство 6.2

Контрольная работа

1. Напишите механизм катионной ПМ полиизобутилена с участием SnCl_4 и воды. Какую роль играет HCl ? Обрыв цепи на противоион.
2. Напишите механизм анионной ПМ стирола, катализируемой бутилом лития. Обрыв цепи передача цепи на растворитель.
3. Как будет выглядеть кривая сополимеризации при соотношениях α и β для сополимера стирол-бутадиен. $\alpha = 0.78$; $\beta = 0.96$. Что такое α и β ?
4. Напишите реакцию конденсации поликонденсации для адипиновой кислоты и 1,2-пропиленгликоля. Условия проведения процесса. (Данный процесс обратим).
5. Кинетические характеристики неравновесного процесса.

Оценочное средство № 7

Реферат

Темы реферата по учебной дисциплине: «Высокомолекулярные соединения»:

1. Получение полиэтилена высокого давления на основе этилена, свойства и применение;
2. Получение полимеров на основе пропилена, их свойства и применение;
3. Получение полимеров на основе стирола, их свойства и применение;
4. Получение полимеров на основе винилацетата, их свойства и применение;
5. Получение полимеров на основе акриловой и метакриловой кислот, их свойства и применение;
6. Получение полиэтилена низкого давления на основе этилена, свойства и применение;
7. Получение фенолформальдегидных смол и пластмасс на их основе, свойства и применение;
8. Получение полиэтилентерефталата, их свойства и применение;
9. Производство эпоксидных смол, их свойства и применение;
10. Производство полигексаметиленадипаида, свойства и применение;
11. Производство полиуретанов, их свойства и применение.

План реферата по ВМС

1. Введение (значение и место ВМС в промышленности, науке, жизни);
2. Мономеры. Способы получения. Подготовка мономеров к полимеризации;
3. Химизм процесса. (Для цепных процессов подробный механизм);
4. Влияние различных факторов на процесс ПМ (ПК);
5. Кинетика процесса.
6. Методы и технология производства ПМ (ПК);
7. Методы переработки пластмасс;
8. Свойства полимеров и применение.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

– Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества

теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Семестр VII			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
Оценочное средство № 3	4	6	5
Оценочное средство № 4.1	7	6	15
Оценочное средство № 5	7	6	10
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
Оценочное средство № 4.2	12	9	15
Оценочное средство № 5	16	9	15
Промежуточная аттестация	-	24	40
Зачет	-		
Оценочное средство № 1	-	24	40

ИТОГО по дисциплине		60	100
Семестр VIII			
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Оценочное средство № 6.1</i>	4	6	15
<i>Оценочное средство № 4.3</i>	7	6	15
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Оценочное средство № 6.2</i>	12	9	15
<i>Оценочное средство № 4.4</i>	16	9	15
Промежуточная аттестация	-	24	40
Курсовая работа	-		
<i>Оценочное средство № 7</i>	1-10	60	100
Экзамен	-		
<i>Оценочное средство № 2</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации.

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе

			материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211184>
2. Высокомолекулярные соединения : методические указания / составители И. А. Гамова, А. В. Шелоумов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 28 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112720>

3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения : Учеб. для вузов / Ю.Д. Семчиков. - М. : Академия, 2003. - 368 с. - (Высшее образование).
4. Тагер А. А. Физико-химия полимеров : учеб. пособие для студ. вузов / А. А. Тагер ; ред. А. А. Аскадский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Научный мир, 2007. - 576 с.
5. Шишонок, М. В. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие / М. В. Шишонок - Минск : Выш. шк., 2012. - 535 с. - ISBN 978-985-06-1666-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850616661.html>
6. Кленин, В. И. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1473-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211184>
7. Кочнев, А.М. Химия высокомолекулярных соединений / А.М. Кочнев Р.Р., Спиридонова, С.С. Галибеев. - Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2010. — 357 с.
8. Шур А. М. Высокомолекулярные соединения : учебник / А. М. Шур. - М. : Высш. шк., 1981. - 656 с.
9. Кленин В.И. Федусенко Н.В. Высокомолекулярные соединения : Учеб. для вузов –М.: Лань. 2013. . (Электронно-библиотечная система e.lanbook.com)
10. Киреев, В.В. Высокомолекулярные соединения [Текст] / В.В. Киреев. - М.: Юрайт., 2015. - 512 с. (biblio-online.ru)
11. Шур А. М. Высокомолекулярные соединения: учебник / А. М. Шур. - М. : Высш. шк., 1981. - 656 с.
12. Дуфлот В.Р., Китаева Н.К. Синтез полимеров/ учебное пособие по курсу «Высокомолекулярные соединения». - Обнинск, 2010.

б) дополнительная учебная литература:

1. Дулина, О. А. Природные высокомолекулярные соединения : учебное пособие / О. А. Дулина, Д. Д. Дулин, Е. Г. Шубенкова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2025. — 56 с. — ISBN 978-5-7339-2479-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/493439>
2. Лосев, И.П. Химия синтетических полимеров [Текст] / И.П. Лосев, Е.Б. Тро-стьянская. - М.: Химия, 1971. - 615 с.
3. Сутягин, В.М. Химия и физика полимеров в вопросах и ответах [Текст] / В.М. Сутягин, Л.И. Бондалетова - Томск, ТПУ, 2007. - 122 с.
4. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров [Текст] / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. - М.: Высш. шк., 1988. - 312 с.
5. Кузнецов, Е.В. Практикум по химии и физике полимеров [Текст] / Е.В. Кузнецов [и др.]. - М.: Химия, 1977. - 256 с.
6. Практикум по высокомолекулярным соединениям [Текст] / под ред. В.А. Кабанова / М.: Химия, 1985. - 224 с.
7. Зильберман, Е.Н. Примеры и задачи по химии высокомолекулярных соединений [Текст] / Е.Н. Зильберман, Р.А. Наволокина. - М.: Высшая школа, 1984. - 224 с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<http://www.window.edu.ru/window/library> Федеральный портал. Российское образование.

<http://www.cir.ru/index.jsp> Университетская информационная система России.

<http://www.diss.rsl.ru> Российская государственная библиотека. Электронная библиотека диссертаций.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции:

Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с учебной и методической литературой, рекомендуемой по каждому разделу лектором, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме.

Необходимо писать конспекты лекций: кратко, схематично. Последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверять термины, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: изомерия, стереохимия, электронное строение, функциональная группа, типы реакций и реагентов. Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с учебной и методической литературой, рекомендуемой по каждому разделу лектором, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме.

Работа с литературой:

Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.

Лабораторная работа:

Особое значение для усвоения курса имеет подготовка к лабораторным занятиям и активное участие в их работе. В ходе их выполнения и решения задач постигается значимость и тесная взаимосвязь теоретических вопросов различных разделов экспериментальной и теоретической химии с их практическим использованием в рамках дисциплины «Высокомолекулярные соединения», развивается и закрепляется умение их использовать для получения конкретных результатов. К каждому лабораторному занятию студент должен тщательно готовиться. Минимум, что должен знать студент, - материал соответствующей темы, полученный в ходе лекций. Для получения более глубоких и устойчивых знаний студентам рекомендуется изучать дополнительную литературу, список которой приведен в Рабочей программе по дисциплине.

Лабораторные занятия организованы так, что на каждом из них каждый студент активно участвует в работе, его знания подвергаются отметке. Поэтому студент заинтересован готовиться к каждому занятию без исключения.

Методические указания по выполнению лабораторных работ находятся на кафедре в электронном и печатном виде.

Подготовка к экзамену:

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Для расширения

знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий:

Специализированная мебель:

Стол письменный двухместный – 20 шт.;

Стулья – 40 шт.;

Доска меловая – 1 шт

Технические средства обучения:

Проектор - 1 шт.

Мультимедийный проектор - 1 шт.

проекционный экран 1 шт. ноутбук - 1 шт.

Лицензионное программное обеспечение:

Продукты компании Microsoft

Аудитория для проведения лабораторных занятий (1-241Д)

Вытяжной шкаф- 3 шт.,

Фотометр КФК- -1 шт.,

термостат циркуляционный LT-NWC/7-2 шт.,

весы ACCULAR ALC-210 аналитические- 1 шт.;

мешалка магнитная со штативом-6 шт. ;

милливольтметр рН-метр-1 шт.;

УФС-254/365 облучатель-1 шт.;

рефрактометр ИРФ 454Б2М-1 шт.;

компрессор CIA 26/185-1 шт.;

хроматограф газовый «Галс-311» -1 шт.;

хроматограф жидкостной «Knauer»-1 шт.;

компьютер AMD ATHLON-64 X2 3500+-1 шт.;

аквадистиллятор ДЭ-4-1 шт.;
 камера пузырьковая-1 шт.;
 термостатированная баня ИН8-2 шт.;
 калориметр для твердого топлива КЛ-5-1 шт;
 перемешивающее устройство ПЭ-8100-2 шт.;
 Ротационный испаритель-1 шт.;
 шкаф вытяжной КЕ БМ-1 шт ;
 шкаф вытяжной ШВ-1 шт.;
 шкаф вытяжной Ш1-НЖ-1 шт.;
 милливольтметр рН-121;
 весы аналитические ВЛР-200-1 шт;
 шкаф сушильный ЗШ-0-01-1 шт;
 принтер HP LJ 1100-1 шт;
 компьютер Intel Celeron 1300 Box-1 шт.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В преподавании используются:

– активные формы обучения: лекции и лабораторные занятия, рефераты.

В процессе преподавания дисциплины применяются методы, основанные на современных достижениях науки и информационных технологий в образовании. Они направлены на повышение качества подготовки специалистов путем развития у студентов творческих способностей и самостоятельности.

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Основные понятия и определения физикохимии высокомолекулярных соединений	Лекция	4	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций, доклад студентов по теме (реферат)
2	Структура полимеров.	лекция, лабораторная работа, самостоятельная работа	8	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций, доклад студентов по теме (реферат). Индивидуальные, групповые при контроле преподавателя.

3	Фазовые состояния и фазовые переходы полимеров.	лекция	8	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций, доклад студентов по теме (реферат)
4	Растворы полимеров	лекция, лабораторная работа	8	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций, доклад студентов по теме (реферат). Индивидуальные, групповые при контроле преподавателя.
5	Деформационные свойства и механическая прочность полимеров	лекция	4	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций, доклад студентов по теме (реферат)
6	Радикальная полимеризация.	лекция	6	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций
7	Ионная полимеризация.	лекция	4	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций
8	Сополимеризация.	лекция	2	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций
9	Поликонденсация.	лекция	8	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Лекция с разбором конкретных ситуаций

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Темы для самостоятельной работы.

1. Молекулярная масса полимера, методы ее определения.
2. Молекулярно-массовое распределение (ММР), методы определения ММР,
3. Методы исследования структуры полимеров

Литература

1. Тагер, А.А. Физикохимия полимеров [Текст] / А.А. Тагер - М.: Научный мир, 2007. – 573 с.
2. Сутягин, В.М. Химия и физика полимеров в вопросах и ответах [Текст] / В.М. Сутягин, Л.И. Бондалетова - Томск, ТПУ, 2007. - 122 с.

14.3. Краткий терминологический словарь

Агрегатные состояния
Аморфное состояние
Аморфные полимеры
Анионная полимеризация
Аномалия вязкости
Атактические полимеры
Атермическая система
Атермическое растворение
Блоксополимеры
Вискозиметрия
Высокоэластическое состояние
Вязкогекучее состояние
Гели
Гибкость цепи
Гомополимеры
Изотактические полимеры
Истинные растворы полимеров
Карбоцепные полимеры
Кинетическая гибкость
Кинетический сегмент
Константа Хаггинса
Конфигурация
Конформация
Кремнийорганические полимеры
Кристаллические полимеры
Макромолекула
Механический сегмент
Механическое стеклование
Молекулярно-массовое распределение полимеров
Набухание полимеров
Ньютоновское и неньютоновское течение
Полиакриламид
Полиакрилаты
Полиакриловая кислота
Полиакрилонитрил
Полиамиды
Полиамины
Полиангидриды
Полиарилаты
Полиацетилен
Поливинилацетат
Поливинилиденфторид
Поливинилиденхлорид
Поливиниловые эфиры
Поливиниловый спирт,
Поливинилпирролидон

Поливинилфторид
Поливинилхлорид
Полиизобутилен
Полиизопрен
Полиимиды
Поликарбонаты
Поликонденсация
Полиметакрилаты
Полиметакриловая кислота
Полиметилметакрилат
Полимеризация
Полиморфизм
Полимочевины
Полинитрилы
Полинозные волокна
Полипропилен
Полипропиленоксид
Полисилоксаны
Полистирол
Полиоксиамиды
Полиоксиметилен
Полиоксипропилен
Полиоксиэтилен
Полиолефиновые волокна
Полиолефиновые пленки
Полиолефины
Полиорганосилоксаны
Полипропилен
Полипропиленгликоль
Полипропиленоксид
Полипропиленсульфид
Полисилоксаны
Полисопряженные системы
Полистирол
Полисульфиды
Полисульфоны
Политетрафторэтилен
Политрифторхлорэтилен
Полиуретаны
Полифенилены
Полиформальдегид
Полихлоропрен
Полиэлектролиты
Полиэтилен
Полиэтиленгликоль
Полиэтилентерефталат
Полиэфиры простые
Полиэфиры сложные
Политетрафторэтилен
Полиэлектролиты
Полиформальдегид
Предел вынужденной эластичности

Растворы полимеров
Уравнение Флори
Разрывное напряжение
Регулярность цепи
Релаксационные процессы
Релаксационный спектр
Свободный объем
Статистические сополимеры
Стеклование
Стеклообразные полимеры
Студни
Термодинамическая гибкость
Уравнение Флори
Фазовые переходы
Фибриллы
Характеристическая вязкость
Энтропия смешения

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.) С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составили:

О.А. Ананьева – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук

Ю.Д. Соколова – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук, доцент