


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный факультет
Кафедра «Технической химии и материаловедения»

Утверждено на
заседании кафедры
протокол № 29 от 21.06. 2019 г.

Зав. кафедрой _____
Мухамедзянова А.А.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета

_____ 
Мельникова А.Я.

**Рабочая программа дисциплины
«Высокомолекулярные соединения»**

Обязательная часть Б1.О.16.


Программа бакалавриата

Направление 04.03.02. Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль) подготовки «Современные материалы для медицины и промышленности»

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)
Доцент, канд. техн. наук, доцент

_____ 
Глазырин А.Б.

Для приема 2019 г.

Уфа -2020

Составитель: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 29 от 21.06. 2019 г.

Заведующий кафедрой



/ Мухамедзянова А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры технической химии и материаловедения: обновлена литература, протокол № 13 от 21.04.2020 г.

Заведующий кафедрой



/ Мухамедзянова А.А.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов.	ОПК-1.1. Знать: Основы химии и физики высокомолекулярных соединений.	Знать: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ.
		ОПК-1.2. Уметь: - использовать полученные знания для выбора метода синтеза и характеристики свойств полимерного продукта.	Уметь: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснить влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.
		ОПК-1.3. Владеть: теоретическими представлениями и экспериментальными навыками в области химии физики высокомолекулярных соединений.	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии физики высокомолекулярных соединений; - экспериментальными навыками в области химии и физики полимеров; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой.
Общепрофессиональные	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических	ОПК-2.1. Знать: правила безопасного при проведении экспериментальных работ по синтезу и диагностике свойств полимерных продуктов.	Знать: - правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов; - способы осуществления синтеза высокомолекулярных соединений; - методы диагностики свойств полимерных материалов.
		ОПК-2.2. Уметь: проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперименты по синте-	Уметь: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов

	свойств материалов.	зу и анализу полимерных продуктов.	экспериментов.
		ОПК-2.3. Владеть: навыками безопасного проведения экспериментальных работ по синтезу и диагностике свойств полимерных продуктов.	Владеть: -навыками соблюдения норм техники безопасности при проведения экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - методами синтеза и анализа полимерных продуктов; - приемами работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к дисциплинам обязательной части – Б1.О.16. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины:

- овладение знаниями в области теоретической и практической основ полимерной химии с тем, чтобы грамотно использовать полученные знания при планировании научного эксперимента, выборе методологии и интерпретации результатов;
- сформировать необходимый запас знаний специалиста для понимания закономерностей синтеза и особенностей структуры и свойств высокомолекулярных соединений, в том числе практически важных промышленных полимерных продуктов.
- приобрести экспериментальные навыки работы в области химии и физики высокомолекулярных соединений.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

- #### **4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соответствующих с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.**

ОПК-1. Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1. Знать: Основы химии и физики высокомолекулярных соединений.	Знать: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ.	Имеет фрагментарное представление: - об основополагающих понятиях, теоретических основах химии и физики высокомолекулярных соединений; - способах осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуре и свойствах важнейших типов полимерных веществ.	В основном знает: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ, но допускает серьезные неточности и ошибки.	Знает: - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ, но допускает некоторые неточности и ошибки.	Демонстрирует уверенные знания: - основополагающих понятий, теоретических основ химии и физики высокомолекулярных соединений; - способов осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуры и свойств важнейших типов полимерных веществ.
ОПК-1.2. Уметь: - использовать полученные знания для выбора метода синтеза и характеристики полимерного продукта.	Уметь: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснить влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.	Нет умений: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснять влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.	Сформированы начальные умения: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснять влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.	Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснять влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.	Сформированы на высоком уровне умения: - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснять влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства.

					свойства.
ОПК-1.3. Владеть: теоретически представлениями и экспериментальными навыками в области химии физики высокомолекулярных соединений.	Владеть: - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии физики высокомолекулярных соединений; -экспериментальными навыками в области химии и физики полимеров; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой.	Отсутствуют: - навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; -экспериментальные навыки в области химии и физики полимеров; - навыки работы с учебной и учебно-методической литературой.	Сформированы простейшие: - навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; -экспериментальные навыки в области химии и физики полимеров; - навыки работы с учебной и учебно-методической литературой.	Сформированы на базовом уровне: - навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; -экспериментальные навыки в области химии и физики полимеров; - навыки работы с учебной и учебно-методической литературой.	Сформированы на высоком уровне: - навыки владения понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; -экспериментальные навыки в области химии и физики полимеров; - навыки работы с учебной и учебно-методической литературой.

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

<p>ОПК-2.1. Знать: правила безопасного при проведении экспериментальных работ по синтезу и диагностике свойств полимерных продуктов.</p>	<p>Знать: - способы синтеза высокомолекулярных соединений; - методы диагностики свойств полимерных материалов; - правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов.</p>	<p>Имеет фрагментарное представление: - о способах синтеза высокомолекулярных соединений; - методах диагностики свойств полимерных материалов; - правилах техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов.</p>	<p>В основном знает: - способы синтеза высокомолекулярных соединений; - методы диагностики свойств полимерных материалов; - правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов, но допускает серьезные неточности и ошибки.</p>	<p>Знает: - способы синтеза высокомолекулярных соединений; - методы диагностики свойств полимерных материалов; - правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов.</p>	<p>Демонстрирует уверенные знания: - способов синтеза высокомолекулярных соединений; - методов диагностики свойств полимерных материалов; - правил техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов.</p>
<p>ОПК-2.2. Уметь: проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперименты по синтезу и анализу полимерных продуктов.</p>	<p>Уметь: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов;</p>	<p>Нет умений: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов;</p>	<p>Сформированы начальные умения: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов;</p>	<p>Сформированы, но содержатся отдельные пробелы в умениях: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов;</p>	<p>Сформированы на высоком уровне умения: - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов;</p>
<p>ОПК-2.3. Владеть: навыками безопасного проведения экспериментальных работ по синтезу и диагностике свойств полимерных продуктов.</p>	<p>Владеть: -навыками соблюдения норм техники безопасности при проведении экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - методами синтеза и анализа полимерных продуктов; - приемами работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.</p>	<p>Отсутствуют навыки: - соблюдения норм техники безопасности при проведении экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - синтеза и анализа полимерных продуктов;</p>	<p>Сформированы простейшие навыки: - соблюдения норм техники безопасности при проведении экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - синтеза и анализа полимерных продук-</p>	<p>Сформированы на базовом уровне навыки: - соблюдения норм техники безопасности при проведении экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений;</p>	<p>Сформированы на высоком уровне навыки: - соблюдения норм техники безопасности при проведении экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений;</p>

		- работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.	тов; - работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.	- синтеза и анализа полимерных продуктов; - работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.	- синтеза и анализа полимерных продуктов; - работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.
--	--	--	--	---	---

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-1.1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основополагающие понятия, теоретические основы химии и физики высокомолекулярных соединений; - способы осуществления синтеза полимерных продуктов; - структуру и свойства важнейших типов полимерных веществ. 	<ul style="list-style-type: none"> - проверка конспектов, - семинарские занятия, - контрольные работы, - тестирование, - подготовка рефератов и презентаций, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - сдача коллоквиумов;
ОПК-2.1	<ul style="list-style-type: none"> - способы синтеза высокомолекулярных соединений; - методы диагностики свойств полимерных материалов; - правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ по синтезу и анализу полимерных продуктов. 	<ul style="list-style-type: none"> - экзамен
ОПК-1.2	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критически оценивать различные подходы к синтезу высокомолекулярных соединений и выбирать оптимальные; - объяснить влияние состава и строения высокомолекулярного соединения на его физико-химические свойства; 	<ul style="list-style-type: none"> - проверка конспектов, - семинарские занятия, - контрольные работы, - тестирование, - подготовка рефератов и презентаций, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ;
ОПК-2.2	<ul style="list-style-type: none"> - проводить экспериментальные работы, связанные с синтезом и анализом высокомолекулярных соединений; - проводить обработку результатов экспериментов; 	<ul style="list-style-type: none"> - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; - сдача коллоквиумов; - экзамен
ОПК-1.3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятийным аппаратом и теоретическими представлениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - навыками работы с учебной и учебно-методической литературой. 	<ul style="list-style-type: none"> - семинарские занятия, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; - контрольные работы,

ОПК-2.3	-навыками проведения экспериментальных работ в области химии и физики высокомолекулярных соединений; - методами синтеза и анализа полимерных продуктов; - приемами работы с оборудованием лаборатории высокомолекулярной химии.	подготовка рефератов и презентаций, экзамен
---------	---	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины «Высокомолекулярные соединения»

направление 040302 Химия, физика и механика материалов, профиль «Современные материалы для медицины и промышленности» курс 3, семестр 6, 2019 /2020уч.г.

Виды учебной деятельности студентов		Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
				Минимальный	Максимальный
Модуль 1. «Основные понятия химии и физики высокомолекулярных соединений. Классификация полимеров. Особенности строения и свойства полимеров»					
Текущий контроль				0	8
1. Тестовый контроль		5	1	0	5
2. Семинарские занятия		3	1	0	3
Рубежный контроль				0	7
Контрольная работа «Строение и свойства полимеров»		7	1	0	7
Модуль 2. «Методы получения полимеров»					
Текущий контроль				0	16
1. Тестовый контроль/собеседование		5	1	0	5
2. Выполнение и оформление лабораторных работ		8	1	0	8
2.1. Набухание каучуков					
2.2. Определение показателя текучести расплава термопластов.					
2.3. Получение новолачной смолы методом поликонденсации.					
3. Семинарские занятия		3	1	0	3
Рубежный контроль				0	12
Сдача коллоквиума по теме: «Законо-		12	1	0	12

мерности реакции поликонденсации»					
Модуль 3. «Молекулярные характеристики полимеров»					
Текущий контроль				0	15
1. Тестовый контроль/собеседование		5	1	0	5
2. Выполнение и оформление лабораторных работ		7	1	0	7
2.1. Определение средневязкостной молекулярной массы полимера.					
2.2. Определение содержания низкомолекулярных фракций в ПВХ-смоле.					
2.3. Оценка полидисперсности образцов ПВХ-смолы.					
3. Семинарские занятия		3	1	0	3
Рубежный контроль				0	12
Сдача коллоквиума по теме: «Методы определения молекулярных характеристик полимеров»		12	1	0	12
Поощрительные баллы					
1. Подготовка реферата					10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)					
1. Посещение лекционных занятий				0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)				0	-10
Итоговый контроль					
Экзамен					30

**Типовые материалы к экзамену
Вопросы к экзамену
по дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

1. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Основные этапы развития представлений о ВМС, как самостоятельной химической науки. Понятия «полимер», «олигомер», «макромолекула», «мономер». Основные отличия (особенности свойств) ВМС от низкомолекулярных соединений. Классификация ВМС (топология макромолекул, гомо- и сополимеры, типы сополимеров, гомоцепные и гетероцепные полимеры). Основные представители органических полимеров. Сополимеры. Классификация сополимеров. Примеры различных типов синтетических и природных сополимеров.
2. Молекулярная масса полимеров. Степень полимеризации. Среднемассовая молекулярная масса полимеров. Среднечисловая молекулярная масса полимеров. Средневязкостная молекулярная масса полимеров. Методы определения средних ММ полимеров.

3. Конфигурация макромолекул. Локальная изомерия макромолекул. Оптическая изомерия макромолекул. Псевдоасимметрический атом углерода в макроцепях. Оптическая активность у полимеров. Дитактические полимеры.
4. Геометрическая изомерия у полимеров. Условия проявления такой изомерии. Полимеризация 1,3-диенов. Влияние стереорегулярности полимеров на их свойства. Экспериментальные методы оценки стереорегулярности полимеров.
5. Конформация макромолекул. Форма изолированной макромолекулы. Способность макромолекул к изменению конформации. Размеры цепи. Свободно-сочленённая цепь, как идеализированная модель изолированной макромолекулы. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи. Функция распределения расстояний между концами свободно-сочленённой цепи (гауссовы клубки). Степень свернутости свободно-сочленённой цепи.
6. Конформация макромолекул. Модель полимерной цепи с фиксированными валентными углами. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи с фиксированными валентными углами. Модель полимерной цепи с заторможенным вращением. Заслонённые и скошенные (*gauche*-) изомеры. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекул с заторможенным вращением.
7. Понятие о сегменте макромолекул. Статистический сегмент (сегмент Куна). Физический смысл понятия «сегмента». Кинетический и механический сегмент.
8. Надмолекулярная структура полимеров. Ближний и дальний порядок в полимерах и низкомолекулярных соединениях. Факторы, влияющие на надмолекулярную структуру полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры.
9. Надмолекулярная структура аморфных полимеров. «Молекулярный войлок». Надмолекулярная организация аморфных полимеров по взглядам Каргина. Доменная теория Йеха.
10. Надмолекулярная структура кристаллических полимеров. Особенности полимерных кристаллов (7 особенностей). Кристаллиты, монокристаллы (*пластинчатые структуры, фибриллы, глобулы*), сферолиты. Способы регулирования кристаллической структуры полимеров. Влияние структуры на физико-механические свойства полимеров.
11. Структурная модификация физико-механических свойств полимеров (4 основных способа).
12. Ориентированное состояние полимеров. Анизотропия свойств полимеров в ориентированном состоянии.
13. Структурные и физические свойства полимерных тел. Фазовые состояния у высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений. Агрегатные состояния полимеров и низкомолекулярных соединений (закон Гука). Три физических состояния полимеров.
14. Общая характеристика физических состояний полимеров. Температуры стеклования и текучести полимеров. Термомеханические кривые для

- аморфных и кристаллических полимеров. Высокоэластичность полимеров. Термопластичные и терморезактивные полимеры. Эластомеры.
15. Стеклообразное состояние полимеров. Молекулярный механизм упругой деформации полимерных стекол. Зависимость модуля упругой деформации от температуры и скорости воздействия нагрузки на полимер. Основные теории, объясняющие природу стеклообразного состояния полимеров, - кинетическая (релаксационная) теория, теория свободного объёма, термодинамическая теория. Влияние структуры полимера и др. факторов на температуру стеклования. Вынужденная высокоэластичность. Температуры стеклования и хрупкости полимеров.
 16. Высокоэластическое состояние высокомолекулярных соединений. Механизм высокоэластической деформации полимеров. Понятие о реологических свойствах полимеров. Зависимость температуры текучести и вязкости расплава от молекулярной массы. Явление механического стеклования. Молекулярная и термодинамическая теории высокоэластичности.
 17. Вязкотекучее состояние. Особенности деформации полимеров в вязкотекучем состоянии. Механизм течения полимеров. Связь вязкости со свободным объемом. Уравнения Бачинского и Дулиттла. Энергия активации вязкого течения полимера.
 18. Характеристика состояния установившегося течения полимера. Структура расплава полимера в вязкотекучем состоянии. Флуктуационная сетка. Закон Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Эффективная вязкость. Кривые течения и вязкости. Наибольшая и наименьшая ньютоновская вязкость.
 19. Отличия процессов растворения полимеров от смешения обычных жидкостей. Фазы растворения полимеров. Сольватация. Набухание полимеров. Факторы, влияющие на процесс растворения полимеров: природа полимера и растворителя; строение макромолекул полимера; молекулярная масса полимера; регулярность строения, степень кристалличности полимеров.
 20. Термодинамика растворения полимеров. Энтальпийное и энтропийное растворение полимеров.
 21. Определение вязкости растворов полимеров. Зависимость вязкости растворов полимеров от приложенного напряжения сдвига. Наибольшая, наименьшая и эффективная вязкость растворов. Относительная, удельная и приведенная вязкость. Определение характеристической вязкости.
 22. Влияние молекулярной массы полимера на вязкость его растворов. Уравнения Штаудингера и Марка-Куна-Хаувинка.
 23. Способы осуществления синтеза полимеров в промышленности (суспензионная полимеризация, эмульсионная полимеризация, полимеризация в блоке, полимеризация в растворе).
 24. Сополимеры. Классификация сополимеров. Уравнение сополимеризации, константы сополимеризации $r_1 r_2$. Кривые «*Состав сополимера-состав мономерной смеси*». Методы определения констант сополимеризации $r_1 r_2$.

25. Пластификация полимеров. Первичные и вторичные, пластификаторы, экстендеры. Влияние пластификаторов на температуры текучести и стеклования аморфного полимера. Зависимость механических характеристик полимера от содержания пластификатора. Молекулярная (внутрипачечная) и структурная (межпачечная) пластификация. Правила молярных долей (*правило Журкова*). Правило объемных долей (*правило Каргина-Малинского*). Области применения.
26. Поликонденсация. Основные отличия поликонденсации от полимеризации. Классификация реакций поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Глубина протекания реакции поликонденсации - уравнение Карозерса.
27. Влияние различных факторов на молекулярную массу и выход полимера при поликонденсации: стехиометрии; побочных продуктов реакции; примесей моно- и полифункциональных соединений. Примеры реакций поликонденсации.
28. Пластификация. Цель пластификации. Методы осуществления пластификации полимеров. Внешняя и внутренняя пластификация.
29. Пластификаторы. Требования к пластификаторам. Примеры пластификаторов, используемых в промышленности.
30. Совместимость пластификатора с полимером. Влияние строения пластификатора на совместимость. Первичные и вторичные, пластификаторы, экстендеры.
31. Методы оценки эффективности действия пластификаторов. Число эффективности.
32. Влияние пластификаторов на температуры текучести и стеклования аморфного полимера. Термомеханические кривые пластифицированных полимеров.
33. Зависимость механических характеристик полимера от содержания пластификатора.
34. Механизм пластификации. Молекулярная (внутрипачечная) и структурная (межпачечная) пластификация.
35. Правила молярных долей (Журкова). Правило объемных долей (Каргина-Малинского). Области применения.
36. Деструкция, деградация, деполимеризация полимеров. Степень деструкции.
37. Виды деструкции полимеров:
 - химическая;
 - окислительная;
 - термическая;
 - фотохимическая;
 - под влиянием радиоактивного облучения;
 - механохимическая
 - биологическая
38. Принципы стабилизации полимеров. Требования к стабилизаторам.

39. Характеристика стабилизаторов. Первичные и вторичные стабилизаторы, антиоксиданты, УФ-абсорберы, лубриканты, антисептики и др.
40. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. Механизм деструкции. Методы оценки деструкции. Стабилизаторы для поливинилхлорида.
41. Отдельные представители полимеров (полиолефины, виниловые полимеры, полидиены, конденсационные полимеры и т.д.). Синтез, структура, свойства.

Полимеры

1. Полиэтилен. Типы полиэтилена. Полиметилен. Хлорированный полиэтилен. Хлорсульфированный полиэтилен.
2. Полипропилен. Стереорегулярность полипропилена.
3. Сополимеры этилена и полипропилена. Этилен-пропиленовые каучуки.
4. Полиолефины (кроме полиэтилена и полипропилена).
5. Полистирол. Ударопрочный полистирол - поли- α -метилстирол.
6. АБС-сополимеры.
7. Поливинилхлорид. Хлорированный поливинилхлорид. Пластикат и винипласт. Поливинилиденхлорид.
8. Поливинилфторид, поливинилиденфторид, др. фторпласты.
9. Поливинилацетат и его сополимеры.
10. Поливиниловый спирт, его эфиры и ацетали.
11. Полиакриловая кислота. Полиметакриловая кислота. Сополимеры указанных мономеров.
12. Полиметилметакрилат. Другие сл. эфиры акриловых кислот.
13. Полиакрилонитрил. Полиакриламид. Акриловые сополимеры.
14. Полиамины. Поливиниламин.
15. Поли-N-винилпирролидон. Поли-4-винилпиридин.
16. Полидиены. Изомерия полидиенов. Сополимеры на основе диеновых мономеров. Полихлоропрен.
17. Полиэтиленоксид и его производные. Синтез. Свойства. Области применения.
18. Полиацетали. Поливинилформаль. Поливинилбутираль.
19. Сложные полиэфиры. Полиэтилентерефталат. Материал Кулмакс.
20. Сложные полиэфиры. Глифталевые смолы.
21. Сложные полиэфиры. Поликарбонат.
22. Ненасыщенные сложные полиэфиры. Полиэфирмалеинаты, полиэфирфумараты. Отверждение ненасыщенных полиэфиров.
23. Полиамиды. Способы получения полиамидов. Найлон-6, Найлон-6,6. Капрон. Анид. Волокно Дакрон. Ткани – *Кордура*, *Салпекс*.
24. Полиимиды. Полифталимид. Поли-*пара*-бензамид.
25. Полиуретаны. Ткани Лайкра.
26. Полимочевины (поликарбамиды).
27. Мочевино- и меламиноформальдегидные смолы.
28. Элементоорганические полимеры. Полидиметилсилоксан.
29. Фенолформальдегидные полимеры. Термопластичные и термореактивные полимеры. «Новолак». «Резол». «Резит».
30. Полимеры с сопряженными связями. Полиацетилены. Полифенилены. Особенности электрофизических свойств полимеров с сопряженными связями.
31. Эпоксидные смолы. Синтез. Свойства. Области применения.
32. Серосодержащие полимеры. Полиалкиленсульфид. Полиалкиленсульфоны.
33. Полиуглеводы. Полисахариды. Целлюлоза, крахмал и их производные.
34. Элементоорганические и неорганические полимеры. Полифосфонитрилхлорид.
35. Биополимеры. Белки.
36. Биополимеры. Нуклеиновые кислоты.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает три теоретических вопроса из разных разделов программы курса.

Образец экзаменационного билета

«Башкирский государственный университет»
Кафедра технической химии и материаловедения

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине: «Высокомолекулярные соединения»

для студентов направления подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов
Направленность (профиль) «Современные материалы для медицины и промышленности»
_____уч.г.

1. Конформация макромолекул. Модель полимерной цепи с фиксированными валентными углами. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи с фиксированными валентными углами. Модель полимерной цепи с заторможенным вращением. Заслонённые и скошенные изомеры. Выражение для среднеквадратичного расстояния между концами макромолекулярной цепи с заторможенным вращением.
2. Радикальная полимеризация. Стадия роста цепи. Тепловые эффекты реакций и энергии связей. Предельная температура полимеризации; 4 варианта соотношения энтальпийного и энтропийного факторов. Влияние сопряжения на радикальную реакционность. Переходное состояние. Правило антибатности.
3. Поливинилацетат и его сополимеры. Поливиниловый спирт. Синтез. Свойства. Области применения.

Составил: доцент кафедры ТХ и М

А.Б. Глазырин

Зав. кафедрой ТХ и М

А.А. Мухамедзянова

Критерии оценки:

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Име-

ются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Планы семинарских занятий

Темы семинарских занятий

1. Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Классификация ВМС.
2. Молекулярная масса полимеров. Среднемассовая, среднечисловая молекулярная масса полимеров. Методы определения средних ММ полимеров.
3. Полидисперсность полимеров. Фракционирование полимеров. Кривые молекулярно-массового распределения.
4. Конфигурация макромолекул. Локальная, оптическая, геометрическая изомерия макромолекул.
5. Конформация макромолекул. Гибкость макромолекул. Размеры клубка.
6. Свободно-сочленённая цепь и другие модели полимерной цепи.
7. Понятие о сегменте макромолекул. Статистический сегмент (сегмент Куна). Кинетический и механический сегмент.
8. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров.
9. Полимеризация. Виды полимеризации. Термодинамика полимеризации.
10. Радикальная полимеризация. Стадии процесса. Инициирование радикальной полимеризации.
11. Катионная и анионная полимеризация. Стадии процесса. Инициирование реакции.
12. Ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера - Натта. Ступенчатая полимеризация.
13. Агрегатные и физические состояния аморфных и кристаллических полимеров.
14. Общая характеристика физических состояний полимеров. Температуры стеклования и текучести полимеров. Термомеханические кривые полимеров.
15. Пластификация полимеров. Цели пластификации. Механизм пластификации.
16. Реакции деструкции полимеров. Классификация реакций деструкции. Деструкция полимеров под действием агрессивных сред. Деполимеризация полимеров при термическом воздействии.
17. Фотодеструкция полимеров. Окислительная деструкция. Стабилизация полимеров.
18. Отдельные представители полимеров (полиолефины, виниловые полимеры, полидиены, конденсационные полимеры и т.д.). Синтез, структура, свойства.

Программа лабораторного практикума

Темы лабораторных работ

Тема: Закономерности реакции поликонденсации.

Лабораторная работа №1. Получение новолачной смолы

Тема: Растворы полимеров. Закономерности процесса растворения полимеров.

Лабораторная работа №2. Изучение кинетики набухания каучуков.

Тема: Реологические свойства полимеров в вязкотекучем состоянии

Лабораторная работа №3. Определение показателя текучести расплава полимеров.

Тема: Молекулярная масса полимера. Полидисперсность. Методы определения молекулярной массы полимеров.

Лабораторная работа №4. Определение молекулярной массы поливинилового спирта вискозиметрическим методом.

Лабораторная работа №5. Определение содержания низкомолекулярных фракций в ПВХ-смоле.

Лабораторная работа №6. Оценка полидисперсности ПВХ-смолы методом турбидиметрического титрования.

Содержание коллоквиумов

Вопросы к коллоквиуму

Коллоквиум №1. Тема: «Закономерности реакции поликонденсации»

1. Характеристика реакции поликонденсации. Требования к мономерам. Необходимое условие проведения поликонденсации.
2. Отличия реакций поликонденсации от реакций полимеризации.
3. Классификация реакций поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация
4. Глубина протекания реакции поликонденсации. Уравнение Карозерса.
5. Влияние различных факторов на молекулярную массу и выход полимера при поликонденсации:
 - а) стехиометрии;
 - б) побочных продуктов реакции;
 - в) примесей моно- и полифункциональных соединений.
6. Зависимость степени полимеризации от константы равновесия.
7. Методы осуществления реакции поликонденсации.
8. Примеры реакций поликонденсации.
9. Получение феноло-формальдегидных смол методом поликонденсации.

Коллоквиум №2. Тема: Молекулярная масса полимера. Полидисперсность. Методы определения молекулярной массы

- 1) Молекулярная масса полимеров (среднечисловая, среднемассовая, средневязкостная).
- 2) Методы определения молекулярной массы полимеров:
 - ◆ осмометрический;
 - ◆ светорассеяния;
 - ◆ диффузионный;
 - ◆ ультрацентрифугирования;
 - ◆ концевых групп.
- 3) Полидисперсность полимеров. Фракционирование полимеров. Препаративное и аналитическое фракционирование. Кривые молекулярно-массового распределения.
- 4) Определения молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом:
 - а) вязкость разбавленных растворов полимеров;
 - б) характеристика движения сферической частицы (макромолекулы) в растворе;
 - в) уравнение Эйнштейна для непроницаемого полимерного клубка;
 - г) связь вязкости с молекулярной массой полимера. Уравнения Штаудингера и Марка-Хаувинка;
 - д) методика определения средневязкостной молекулярной массы полимера.

Критерии оценки (в баллах):

- 13-15 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.
- 10-12 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.
- 5-9 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.
- 1-4 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа № 1. Поликонденсация фенола с формальдегидом в кислой среде (получение новолачной смолы)

Цель работы: ознакомление с реакцией поликонденсации на примере получения фенолформальдегидных полимеров.

Реактивы: фенол, раствор формалина (водный раствор формальдегида), концентрированная соляная кислота, индикаторная бумага, растворитель (ацетон)

Оборудование: колба с обратным холодильником, термометр, фарфоровая чашка, водяная баня, сушильный шкаф, весы.

Ход работы и обработка результатов

Навеску фенола помещают в круглодонную колбу, приливают расчетное количество формалина и взбалтывают колбу до полного растворения фенола. Затем с помощью пипетки добавляют 2 капли концентрированной соляной кислоты, соединяют колбу с обратным холодильником и нагревают на водяной бане при

температуре 90-100⁰С в течение 1-1,5 час до появления резкого разделения водного и органического слоев.

Содержимое колбы переносят во взвешенную фарфоровую чашку и дают отстояться, после чего сливают верхний водный слой. Оставшуюся в чашке жидкую смолу промывают теплой водой до нейтральной реакции (определяют с помощью индикаторной бумаги) и высушивают на песчаной бане, постепенно повышая температуру до 200⁰С. Находят массу полученной смолы.

Определяют выход полимера в процентах от теоретического. Теоретический выход полимера рассчитывают по уравнению:

$$A = a \cdot 106 / 30$$

где А – теоретический выход смолы, г;

а – масса формальдегида, взятого для реакции;

30 и 106 – значения молекулярных масс, соответственно, формальдегида и элементарного звена полимера.

Исследуют растворимость смолы в ацетоне. На основании полученных результатов делают вывод о структуре полимера.

Примеры вопросов к контрольным работам

Контрольная работа №1

Тема: Состав промышленных полимеров, способы их получения

1 Вариант

1. Привести химические формулы полимера и соответствующего мономера или мономеров.
2. Указать способ получения полимера – полимеризация (*радикальная или ионная*), поликонденсация *или* ступенчатая полимеризация.
3. Выделить наиболее характерное свойство, особенность рассматриваемого полимера.
 1. Полипропилен.
 2. Полистирол.
 3. Поливинилхлорид.
 4. Поливиниловый спирт.
 5. Полиакриловая кислота.
 6. 1,2-полибутадиен. Изомерия.
 7. Поливинилиденхлорид.
 8. Поливинилацетат и его сополимеры.
 9. Полиметилметакрилат.
 10. Поливинилиденфторид, др. фторпласты.
 11. Полиакрилонитрил.
 12. Полихлоропрен.
 13. Сложные полиэфиры. Полиэтилентерефталат.
 14. Сложные полиэфиры. Глифталевые смолы.
 15. Сложные полиэфиры. Поликарбонат.
 16. Полиамиды. Найлон-6.
 17. Полиуретаны.

18. Полимочевины (поликарбамиды).
19. Эпоксидные смолы.
20. Биополимеры. Нуклеиновые кислоты.

Критерии оценки (в баллах):

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 6-8 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 3-5 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий

Примеры вопросов к тестам

(правильные ответы отмечены знаком *)

1. Смещение полимера с растворителем может происходить:

А. с выделением тепла (экзотермически)

Б. с поглощением тепла (эндотермически)

В. Без выделения или поглощения тепла (атермически)

*1) А, Б, В

2) только А, Б

3) только А, В

4) только Б, В

2. Система полимер-растворитель имеет только нижнюю критическую температуру растворения (НКТР). Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера при повышении температуры от ТЭТА-температуры до НКТР?

*1) уменьшается

2) увеличивается

3) проходит через минимум

4) проходит через максимум

3. Система полимер-растворитель имеет верхнюю (ВКТР) и нижнюю (НКТР) критические температуры растворения, причем $ВКТР < НКТР$. Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера при повышении температуры от ВКТР до НКТР?

1) проходит через максимум

2) проходит через минимум

*3) увеличивается

4) уменьшается

4. Какие характеристики макромолекул или системы полимер-растворитель можно оценить методом вискозиметрии:

А. молекулярную массу полимера

Б. невозмущенные размеры макромолекул
В. второй вириальный коэффициент раствора
Г. меруполидисперсности полимера
Д. форму макромолекул

Е. коэффициент набухания макромолекул?

*1) А, Б, Г, Д, Е 2) А, Б, В, Д 3) А, В, Г, Е 4) А, Б, В, Г, Е

5. При какой конформации макромолекул заданной степени полимеризации вязкость разбавленного раствора полимера будет максимальной?

1) вытянутого стержня

*2) набухшего клубка

3) невозмущенного клубка

4) плотной глобулы

6. Чем больше характеристическая вязкость, тем качество растворителя при прочих равных условиях

*А. лучше

Б. хуже

В. Эти понятия не связаны друг с другом

7. Чем лучше растворитель, тем константа Хаггинса

*А. меньше

Б. больше

В. Эти понятия не связаны друг с другом

8. Чем больше второй вириальный коэффициент, тем размер клубка при прочих равных условиях

А. больше

Б. меньше

*В. Эти понятия не связаны друг с другом

9. Изменить конформацию макромолекулярного клубка можно:

А. изменяя температуру

Б. добавляя осадитель

В. Изменяя концентрацию полимера в растворе

Г. Изменить конформацию можно только при изменении условий синтеза полимера

*1. А, Б, В

2. только А

3. только В

4. только Г

10. Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера с понижением температуры от нижней критической температуры растворения до ТЭТА-температуры?

1) увеличивается

2) уменьшается

*3) проходит через минимум

4) проходит через максимум

11. При отсутствии каких-либо внешних воздействий макромолекула принимает форму:

1. набухшего клубка
 2. глобулы
 - *3. гауссового клубка
 4. вытянутой палочки
12. Размер областей упорядоченности в аморфных полимерах порядка:
- *1. десятков ангстрем
 2. сотен ангстрем
 3. тысяч ангстрем
 4. области упорядоченности в аморфных полимерах отсутствуют
13. Для надмолекулярной структуры аморфных полимеров характерны:
- *1. параллельная укладка небольших участков, принадлежащих разным макромолекулам
 - *2. параллельная укладка целых макромолекул
 - *3. складывание макромолекулярных цепей
 4. полное отсутствие порядка
14. Какой из четырех параметров, входящих в выражение для квадрата среднеквадратичного расстояния между концами цепи, оказывает определяющее влияние на зависимость размеров цепи от природы растворителя: L-длина звена, PN-среднечисловая степень полимеризации, Q-валентный угол, Y-угол внутреннего вращения?
- *1) угол Y
 - 2) угол Q
 - 3) L
 - 4) PN
15. Какой из четырех параметров, входящих в выражение для квадрата среднеквадратичного расстояния между концами цепи, оказывает определяющее влияние на зависимость размеров цепи от температуры: L-длина звена, PN-среднечисловая степень полимеризации, Q-валентный угол, Y-угол внутреннего вращения?
- 1) угол Y
 - *2) угол Q
 - 3) L
 - 4) PN
16. Расположить следующие полимеры в ряд по мере уменьшения их равновесной гибкости: поливинилхлорид (ПВХ), поли-пара-бензамид (ППБА), Полиэтилен (ПЭ), целлюлоза (ЦЛЗ).
- *1) ПЭ > ПВХ > ЦЛЗ > ППБА
 - 2) ПЭ > ПВХ > ППБА > ЦЛЗ
 - 3) ППБА > ЦЛЗ > ПВХ > ПЭ
 - 4) ЦЛЗ > ППБА > ПЭ > ПВХ
17. Расположить следующие полимеры в ряд по мере уменьшения их равновесной гибкости, если величины статистических сегментов этих полимеров имеют значения: полиэтилен (ПЭ)-8, полиизобутилен (ПИБ)-7, поли-пара-бензамид (ППБА)-320, поливинилхлорид (ПВХ)-12 мономерных звеньев.
- 1) ПИБ > ПЭ > ПВХ > ППБА

*2) ППБА > ПВХ > ПЭ > ПИБ

3) ППБА > ПВХ > ПИБ > ПЭ

4) ПЭ > ПИБ > ПВХ > ППБА

18. Чем больше длина сегмента Куна, тем гибкость макромолекулы

* А. меньше

Б. больше

В. эти понятия не связаны друг с другом

19. Как изменяется величина кинетического сегмента с увеличением частоты приложения механической силы?

1. увеличивается

* 2. уменьшается

3. проходит через максимум

4. эти величины не зависят друг от друга

20. Как изменяется величина термодинамического сегмента с увеличением частоты приложения механической силы?

* 1. эти величины не зависят друг от друга

2. уменьшается

3. увеличивается

4. проходит через максимум

21. Какой морфологический тип надмолекулярной структуры кристаллических полимеров обладает наибольшей степенью кристалличности?

* 1) единичный кристалл

2) радиальные сферолиты

3) кольцевые сферолиты

4) дендриты

22. Реализация полностью обратимой деформации возможно только:

* 1) в идеально упругой стальной пружине

2) при нагревании поршня, погруженного в идеальную жидкость

3) в любом кристаллическом полимере

4) в любом аморфном полимере

23. Реализация полностью необратимой деформации возможна только:

* 1) при погружении поршня, погруженного в идеальную жидкость

2) в идеально упругой стальной пружине

3) в любом кристаллическом полимере

4) в любом аморфном полимере

24. Предел вынужденно-эластической деформации с уменьшением температуры

* 1) увеличивается

2) стремится к нулю

3) не изменяется

4) проходит через экстремум

25. Сколько фазовых состояний соответствует твердому агрегатному:

* 1) два

2) одно

3) три

4) нельзя сказать однозначно

26. Сколько агрегатных состояний соответствует жидкому фазовому:

- *1) два
- 2) одно
- 3) три
- 4) нельзя сказать однозначно

27. Как без разрыва -С-С- связей основной цепи полимера можно перевести синдиотактический полипропилен в атактический ?

- *1) невозможно
- 2) изменением температуры
- 3) изменением конформации путем растяжения
- 4) действием ионизирующего излучения

28. Сколько физических состояний соответствуют жидкому фазовому:

- *1) три
- 2) два.
- 3) одно
- 4) нельзя сказать однозначно

29. Возможна ли изо-синдио изомерия для полиизопрена ?

- *1) только для 1,2- и 3,4-полиизопрена
- 2) только для 1,4-полиизопрена
- 3) возможна для любого полиизопрена
- 4) невозможна

30. Какими факторами определяется относительное содержание изомеров "голова-голова" - "голова-хвост" в цепи 1,4-полибутадиена (1,4- ПБД) : А. условиями синтеза,

Б. условиями эксплуатации ?

- *1) такой изомерии у 1,4-ПБД нет
- 2) только А
- 3) только Б
- 4) А, Б.

Критерии оценки (в баллах):

- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3-4 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. А.Б. Зезина. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 340 с.
2. Тагер А.А. Физико-химия полимеров: учебник для вузов / А.А. Тагер. 4-е изд. М.: Научный мир, 2007 г. - 573 с.
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / Ю.Д. Семчиков. – Москва: «Академия», 2003 г. - 368 с.
4. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров: учебник для вузов / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. 2-е изд. М.: КолосС, 2007 г. - 367 с.

Дополнительная литература

5. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов / А.М. Шур. изд. - М.: «Высшая школа», 2000 г.- 656 с.
5. Оудиан, Дж. Основы химии полимеров: учебник для вузов / Дж. Оудиан. 4-е изд. М.: Мир, 1992 г. - 614 с.
6. Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. Введение в химию полимеров. — Лань, 2014. — 224 с. ЭВК, ЭБС «Лань»
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036
8. Технология пластических масс. / Под ред. В.В. Коршака. М.: Химия, 1976. - 608 с.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Глазырин, А.Б. Реологические свойства полимеров и их растворов: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. - 31 с.
2. Глазырин, А.Б. Закономерности реакции поликонденсации: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. - 29 с.
3. Глазырин, А.Б. Растворы полимеров. Закономерности процесса растворения: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. - 17 с.
4. Глазырин, А.Б. Методы определения молекулярных масс и полидисперсности полимеров: метод. указание / А.Б.Глазырин Э.Р. Каримова; Башкирский государственный университет.— Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. - 32 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- программы подготовки презентаций;
- интернет-ресурсы;
- электронные библиотеки;
- электронная почта;
- сетевые средства доступа к учебно-методической и научной информации;
- образовательные электронные издания;
- мультимедиа.

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>

6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

Электронная информационно-образовательная среда БашГУ обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет".

Программное обеспечение:

1. Система электронного тестирования на базе Moodle <http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841>
2. Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 2013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 405, аудитория № 406, аудитория № 308 (учебный корпус, ул. Мингажева 100).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Консультации</p>	<p align="center">Аудитория № 403 (компьютерный класс)</p> <p>Коммутатор HP V1410-24G Персональный компьютер в комплекте Lenovo Think Centre All-In-One (12 шт) Персональный компьютер Моноблок баребон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт) Сервер №2 Depo Storm1350Q1 Коммутатор HewlettPackard HP V1410-8 G.</p> <p align="center">Программное обеспечение</p> <p>1. Учебный класс APM Win Machine Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные. 2. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №104 от</p>

<p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 405, аудитория № 403 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p>	<p>Текущий и рубежный контроль Тестирование</p> <p>самостоятельная работа</p>	<p>17.06.2013 г. 3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №114 от 12.11.2014 г. 4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License</p> <p>Аудитория № 405 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon Electric L150*200 MW</p> <p>Аудитория № 406. Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, шкаф-бокс вытяжной – 2 шт. прибор ИИРТ для определения показателя текучести расплава полимеров, вакуум-насос, вакуумный сушильный шкаф, лабораторный регулятор напряжения колбонагреватель ПЭ-4120М, весы ВК-600, прибор для определения сминаемости материалов, крутосчетчик, лабораторная центрифуга лабораторная посуда, лабораторные штативы.</p> <p>Аудитория № 308. Лабораторная мебель, весы аналитические ВЛР-200 АР-2140, прибор для термического анализа в составе: дифференциальный сканирующий калориметр DSC-1/200 и прибор TGA/DSC с управляющим компьютером и принтером.</p> <p>Аудитория № 201 Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь</p> <p>читальный зал №2 (физмат корпус - учебное) Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь - 5 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 5 шт.</p> <p>Программное обеспечение 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>
---	---	---

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерный факультет

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Высокомолекулярные соединения»
на 6 семестр
бакалавриат, очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	187,7
лекций	64
лабораторных	86
практических/семинарских	36
ФКР	1,7
Учебных часов на подготовку к экзамену (контроль)	27
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	1,3

Форма контроля: экзамен – 6 семестр

	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<p>Основные понятия о высокомолекулярных соединениях. Понятия «полимер», «олигомер», «макромолекула», «мономер». Основные отличия (особенности свойств) ВМС от низкомолекулярных соединений. Классификация ВМС (топология макромолекул, гомо- и сополимеры, типы сополимеров, гомоцепные и гетероцепные полимеры).</p> <p>Основные представители высокомолекулярных соединений. Полимеры природного происхождения – белки, нуклеиновые полимеры, углеводы. Соплимеры. Примеры различных типов синтетических и природных сополимеров.</p>	6	2	-		[1]-[3]; [7]. Конспекты лекций	КР КТ
2.	<p>Понятие о молекулярной массе в химии высокомолекулярных соединений. Среднечисловая и среднечисловая молекулярная масса полимеров. Средневязкостная молекулярная масса полимеров. Степень полимеризации. Молекулярно-массовое распределение макромолекул в полимерах. Методы определения средней молекулярной массы и молекулярно-массового распределения полимеров.</p>	6	4	24		[1]-[4], [5]. Конспекты лекций	КР КТ Коллоквиум
3.	<p>Конфигурация макромолекул. Конфигурационная изомерия макромолекул. Оптическая и геометрическая изомерия макроцепей. Методы оценки изомерии макромолекул. Влияние изомерии на свойства полимерных тел.</p> <p>Конформация макромолекул. Контурная и реальная длина цепей. Типы моделей реальных полимерных цепей. Свободно-сочлененная цепь. Модель с фиксированными валентными углами и длинами связей. Модель с заторможенным вращением цепей.</p>	6	4	-	1,3	[1]-[4], [6]. Конспекты лекций	КР КТ

4.	<p>Структурные и физические свойства полимерных тел. Фазовые и агрегатные состояния полимеров. Три физических состояния высокомолекулярных соединений.</p> <p>Стеклообразное состояние полимеров. Особенности деформации полимерных тел в стеклообразном состоянии. Температуры стеклования и хрупкости полимеров. Вынужденная высокоэластичность.</p> <p>Высокоэластическое состояние полимеров. Деформация полимеров в высокоэластическом состоянии. Теории, объясняющие высокоэластическое состояние полимеров.</p> <p>Вязкотекучее состояние полимеров. Течение полимеров. Деформация полимеров в вязкотекучем состоянии.</p>	10	6	12		[1]-[4] Конспекты лекций	КР КТ
5.	<p>Надмолекулярная структура полимеров. Аморфные и кристаллические полимеры. Организация макромолекул в аморфном состоянии. Особенности кристаллизации полимеров. Зависимость свойств полимеров от надмолекулярной структуры полимеров. Методы оценки степени кристаллизации полимеров. Способы управления надмолекулярной структурой полимеров.</p>	6	2	-		[1]-[4], Конспекты лекций	КР КТ
6.	<p>Растворы полимеров. Закономерности растворения полимеров. Деформация растворов полимеров. Связь между свойствами растворов полимеров и природой высокомолекулярных соединений.</p>	6	4	14		[4] – гл.9 Конспекты лекций	КР КТ
7	<p>Способы осуществления синтеза полимеров в промышленности. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация (полимеризации на катализаторах Циглера-Натта). Сополимеризация. Поликонденсация. Сополиконденсация.</p> <p>Способы проведения полимеризации. Суспензионная полимеризация. Эмульсионная полимеризация. Полимеризация в массе (блоке). Полимеризация в растворе.</p>	8	4	12		[4], [8] Конспекты лекций	КР КТ Коллоквиум

8	Пластификация полимеров. Цель пластификации. Влияние пластификаторов на температуры текучести и стеклования аморфного полимера. Термомеханические кривые пластифицированных полимеров. Механизм пластификации. Внутримолекулярная и межмолекулярная пластификация. Правила молярных долей (<i>правило Журкова</i>). Правило объемных долей (<i>правило Каргина-Малинского</i>). Требования к пластификаторам. Методы оценки эффективности действия пластификаторов.	4	2	12		[5] Конспекты лекций	КР КТ
9	Реакции деструкции полимеров. Классификация реакций деструкции. Примеры реакций деструкции полимеров под действием агрессивных сред. Деполимеризация полимеров при термическом воздействии. Факторы, влияющие на процесс деполимеризации. Параметры термостабильности полимеров. Фотодеструкция полимеров. Причины фотодеструкции. Характерные реакции. Причины деструкции полимеров под действием механических сил. Предел механодеструкции. Факторы, влияющие на механодеструкцию полимеров. Механизм и стадии процесса окисления полимеров. Стабилизаторы для полимеров.	6	4	12		[4] Конспекты лекций	КР КТ
10	Отдельные представители полимеров (полиолефины, виниловые полимеры, полидиены, конденсационные полимеры и т.д.). Синтез, структура, свойства.	6	4			[8] Конспекты лекций	КР КТ
	Всего:	64	36	86	1,3		

