

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
Биолого-химический факультет
Кафедра органической, биологической химии и методики пре-
подавания химии

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»
по специальности 020201 «биология»**

Горно-Алтайск 2009 г.

Печатается по решению методического совета
Горно-Алтайского государственного университета

ББК
К

Высокомолекулярные соединения: учебно-методический комплекс (для студентов, обучающихся по специальности «биология»)/ Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 53 с.

Составитель:

Кузнецова О.В., ст. преподаватель

Рецензенты:

Ю.Г. Тришин профессор, д.х.н., зав.каф. органической химии Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров.

Т.М. Майманова к.б.н., доцент кафедры неорганической и аналитической химии ГАГУ.

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Высокомолекулярные соединения», в том числе программа, методические указания студентам по самостоятельной работе, содержание и методика выполнения лабораторно-практических работ, контрольно-измерительные материалы по темам курса, глоссарий, основная и дополнительная литература, темы рефератов и вопросы, выносимые на зачет. Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» является дисциплиной федерального компонента для студентов 2 курса специальности «биология».

© Кузнецова О.В. 2009

Содержание

Квалификационная характеристика специалиста	4
Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса	4
Рабочая программа дисциплины:	
I. Организационно-методический	раздел
5	
II. Распределение часов курса по формам и видам работ	6
III. Содержание учебного курса	7
IV. Тематический план лекций	12
V. Практикум	15
VI. Глоссарий	32
VII. Рекомендуемая литература	42
Методические указания по самостоятельной работе студентов	43
Содержание письменной домашней работы (контрольно-измерительные материалы по модульно-рейтинговой системе оценки знаний, входному контролю остаточных знаний)	44
Темы рефератов	51
Вопросы для подготовки к зачету по ВМС	52

Квалификационная характеристика специалиста «Биолог»:

- осуществляет деятельность по изучению и охране живой природы, использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях.;

- разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности;

- организует и выполняет экспедиционные работы и лабораторные исследования: анализирует получаемую полевую и лабораторную информацию;

- обобщает и систематизирует результаты выполненных работ, используя современную вычислительную технику;

- проводит экспериментальные исследования в своей области, формулирует их задачу, участвует в разработке и осуществлении новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов;

- участвует в работе семинаров и конференций, составлению патентных заявок

- следит за соблюдением законодательства РФ, международных соглашений, выполнением норм и правил в области охраны природы;

- планирует мероприятия по охране природы и здоровья человека, предотвращению загрязнения и деградации природной среды.

Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса. При успешном изучении курса «Высокомолекулярные соединения» будет сформирован следующий перечень практических навыков и умений студентов:

- усвоить основные понятия (высокомолекулярные соединения или полимеры, мономер, степень полимеризации, гибкость макромолекулы, физическое состояние полимеров, вязкотекучее состояния, высокоэластичное состояние, стеклообразное состояние, реакции полимеризации и поликонденсации, химическая модификация полимерови другие) и закономерности химии полимеров;

- уметь применять их для описания способа получения и свойств ВМС;
- изучить специфику полимерного состояния вещества;
- уметь прогнозировать свойства полимерных материалов, исходя из их состава, способа получения, строения и структуры;
- уметь использовать знания химических аспектов биополимеров, и применять их на практике;
- умение работать с химическими реактивами, посудой и другим лабораторным оборудованием, соблюдая правила техники безопасности;
- умение проводить химический эксперимент по получению и изучению свойств полимеров (отношение полимеров к нагреванию, растворимости, плотность и другие);
- навыки корпоративного мышления и коммуникативных компетенций при работе на семинарах и в период выполнения лабораторных опытов в паре и микрогруппах;
- навыки различных видов аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (работа с различными источниками информации при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, при написании рефератов, конспектов, выполнении домашней работы и др.).

Рабочая программа дисциплины

I. Организационно-методический раздел

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» входит в число дисциплин цикла общих математических и естественно-научных дисциплин учебного плана специальности «020201 – Биология» и рассчитана на 70 часов, из которых на лекции отводится 20 часов, 20 часов на семинарские и практические занятия, 30 часов – самостоятельная работа.

Курс «Высокомолекулярные соединения» знакомит студентов – биологов с основами науки о полимерах и ее важнейшими приложениями, так как развитие науки и техники в настоящее время немыслимо без использования полимеров, которые применяются почти во всех отраслях народного хозяйства. В связи с этим и возникла необходимость включения химии высокомолекулярных соединений в программу всех вузов, где изучаются дисциплины химического цикла.

В курсе использованы отечественные традиции и современный опыт в области воспитания у студентов культуры общения, межнациональных отношений в многонациональном обществе. С этой целью в ходе практических занятий уделяется особое внимание формированию навыков коллективной работы (парной и групповой) при выполнении химического эксперимента. На семинарах отводится время как для раскрытия сущности наиболее важных вопросов семинара и выступлений по темам рефератов, так и анализу этих выступлений. Такая организация образовательного процесса в вузе позволяет формировать у будущих специалистов профессионально значимые коммуникативные навыки и воспитывать ответственность за качество приобретаемых знаний в период обучения в стенах университета.

II. Распределение часов курса по формам и видам работ

Факультет: Биолого-химический

Кафедра: Органической, биологической химии и методики преподавания химии

Семестр: IV семестр

Таблица 1

Темы модулей	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	
1. Введение. Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.	20	4	4	2	10
2. Синтез высокомолекулярных соединений.	24	8	4	4	8
3. Основные представители карбоцепных полимеров.	14	4	4	-	6
4. Основные представители гетероцепных полимеров	16	4	4	2	6
Всего:	70	20	12	8	30

III. Содержание учебного курса

Пояснительная записка.

Химия высокомолекулярных соединений (ВМС) становится одной из наиболее быстроразвивающихся отраслей науки и промышленности.

Целью курса «Высокомолекулярные соединения» является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее важнейшими практическими приложениями, знание которых необходимо каждому.

Предметом курса является изучение методов синтеза и химических превращений полимеров, строения и условий получения; установления взаимосвязи свойств полимеров от их структуры и способа получения. Особое внимание уделяется природным биополимерам, играющим важную роль в образовании и функционировании различных биологических структур.

Объективная основа формирования фундаментальной научной дисциплины «Высокомолекулярные соединения» заключается в том, что полимерное состояние – особая форма существования веществ, которая в основных физических и механических проявлениях качественно отличается от низкомолекулярных веществ. Поэтому главное внимание в курсе уделяется рассмотрению основных свойств высокомолекулярных соединений отличных от свойств низкомолекулярных веществ. С одной стороны, большие размеры и ценное строение макромолекул обуславливают появление ряда важных специфических свойств, которые определяют практическую ценность полимеров как материалов, а также их биологическое значение. С другой стороны, химические превращения и синтез полимеров осуществляются в результате ряда обычных химических реакций, хорошо известных из органической химии низкомолекулярных соединений. Однако, участие в этих реакциях макромолекул, макрорадикалов, макроионов вносит качественно новые аспекты в рассмотрение обычных химических реакций.

Лекционному курсу «Высокомолекулярные соединения» сопутствует выполнение студентами лабораторных работ. Та-

ким образом, теоретические знания, полученные студентами при прослушивании лекционного курса, закрепляются приобретением практических навыков работы с высокомолекулярными соединениями.

Курс ВМС связан и базируется на знании неорганической, коллоидной и физической химии, особенно близко связан с органической и биологической химией. Необходимо иметь навыки и умения по математике и физике. Четко определяется связь химии ВМС с важнейшими направлениями физико-химической биологии, например, иммунологией

Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.

Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Ее роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.

Основные понятия и определения: полимер, мономер, олигомер, макромолекула, мономерное (элементарное) звено, степень полимеризации, контурная длина цепи, гомополимеры, сополимеры, период идентичности. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение.

Особенности ВМС. Их основные отличия от низкомолекулярных соединений.

Структура и основные физические свойства полимерных тел. Аморфные и кристаллические полимеры. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее состояния.

Классификация и номенклатура высокомолекулярных соединений.

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул.

Природные, искусственные и синтетические ВМС.

Гомоцепные (в том числе карбоцепные), гетероцепные, элементарноорганические и неорганические полимерные соединения.

Линейные, разветвленные, пространственные полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Термопластичные, терморезистивные полимеры. Эластомеры, пластики и волокна.

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

Тривиальная (торговая), рациональная и систематическая номенклатура полимеров.

Получение и свойства ВМС.

Мономеры – исходные продукты для синтеза ВМС. Классификация основных методов получения полимеров.

Полимеризация. Активность мономеров в реакциях полимеризации. Особенности цепной полимеризации. Радикальная полимеризация. Механизм процесса. Методы инициирования. Термическая, фотохимическая радиационная и другая полимеризация.

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

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

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

Влияния механизма полимеризации на свойства ВМС.

Сополимеризация. Методы получения полимерных материалов с заранее заданными свойствами. Синтез блоксополимеров. Синтез привитых полимеров.

Способы проведения полимеризации (в блоке, в растворе, дисперсии).

Поликонденсация. Основные особенности поликонденсационных реакций. Гомо- и гетерополиконденсация.

Способы проведения поликонденсации (в массе, в растворе, на поверхности раздела фаз, в эмульсии).

Зависимость свойств полимеров от строения макромолекулы, ее формы, агрегатного состояния и молекулярной массы

Химические свойства и химические превращения полимеров.

Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.

Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.

Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.

Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров.

Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).

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

Отдельные представители высокомолекулярных соединений. Методы синтеза свойства и области применения.

Карбопепные полимеры. Полимеры на основе мономеров винилового ряда. Полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен. Полистирол, политетрафторэтилен., поливинилацетат, полиметилакрилат и другие.

Полимеры диеновых углеводородов. Каучуки. Строение. Z, E-изомеры. Доказательство строения. Вулканизация, резина, эбонит. Синтетические каучуки. Работы С.В. Лебедева. Получение синтетического каучука цепной полимеризацией, анионной полимеризацией, сополимеризацией, эмульсионной радикальной полимеризацией, поликонденсацией. Полибутадиен, полиизопрен, полихлоропрен. Соплимеры на основе диеновых углеводородов. Полимерные ароматические углеводороды. Полифенилен. Фенолформальдегидные смолы. Резолы. Резиты. Понятие о термопластичных и терморезистивных полимерах.

Гетероцепные полимеры. Полимеры, содержащие кислород в основной цепи. Простые и сложные полиэфиры Полиэтилентерефталат. Глифталиевые смолы. Ненасыщенные полиэфиры.

Полиамиды, мочевино- и меламиноформальдегидные смолы. Эпоксидные смолы.

Гомополисахариды. Целлюлоза, ацетаты, ксантогенаты, нитраты целлюлозы. Гидролиз целлюлозы, биологическое значение. Крахмал, строение. Гидролиз крахмала, применение. Гликоген. Декстраны. Пектиновые вещества. Инулин.

Гетерополисахариды. Гиалуровая кислота. Хондроитинсульфаты. Гепарин. Полисахариды, связанные с биологическими мембранами. Искусственные волокна.

Общие представления о строении нуклеиновых кислот и белков.

Заключение.

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

IV. Тематический план лекций

Таблица 2

	Содержание лекций
<p>Лекция 1. Высокмолекулярные соединения – предмет, задачи и значение в природе, технике, народном хозяйстве. Основные понятия и определения химии ВМС. (2 часа)</p>	<p>Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Ее роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.</p> <p>Основные понятия и определения: полимер, мономер, олигомер, макромолекула, мономерное (элементарное) звено, степень полимеризации, контурная длина цепи, гомополимеры, сополимеры, период идентичности. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение.</p> <p>Особенности ВМС. Их основные отличия от низкомолекулярных соединений.</p> <p>Структура и основные физические свойства полимерных тел. Аморфные и кристаллические полимеры. Свойства аморфных полимеров. Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханические кривые аморфных полимеров. Стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее состояния.</p>
<p>Лекция 2. Классификация и номенклатура полимеров. (2 часа)</p>	<p>Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул.</p> <p>Природные, искусственные и синтетические ВМС.</p> <p>Гомоцепные (в том числе карбоцепные), гетероцепные, элементарноорганические и неорганические полимерные соединения.</p> <p>Линейные, разветвленные, пространственные полимеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Термопластичные, термореактивные</p>

	<p>полимеры. Эластомеры, пластики и волокна.</p> <p>Биополимеры, основные биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.</p> <p>Тривиальная (торговая), рациональная и систематическая номенклатура полимеров.</p>
--	--

Продолжение табл.2

<p>Лекция 3,4. Классификация способов получения полимеров. Полимеризация. (4 часа)</p>	<p>Классификация основных методов получения полимеров (полимеризация, поликонденсация). Мономеры – исходные продукты для синтеза ВМС. Полимеризация. Особенности цепной полимеризации. Радикальная полимеризация. Механизм процесса. Методы иницирования. Термическая, фотохимическая радиационная и другая полимеризация.</p> <p>Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. «Живые цепи».</p> <p>Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера – Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров.</p>
<p>Лекция 5. Сополимеризация. Синтез привитых и блоксополимеров. (2 часа)</p>	<p>Влияния механизма полимеризации на свойства ВМС.</p> <p>Сополимеризация. Методы получения полимерных материалов с заранее заданными свойствами. Синтез блоксополимеров. Синтез привитых полимеров.</p> <p>Способы проведения полимеризации (в блоке, в растворе, дисперсии).</p>
<p>Лекция 6. Поликонденсация, химические превращения полимеров. (2 часа)</p>	<p>Поликонденсация. Основные особенности поликонденсационных реакций. Гомо- и гетерополиконденсация.</p> <p>Способы проведения поликонденсации (в массе, в растворе, на поверхности раздела фаз, в эмульсии).</p> <p>Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.</p> <p>Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.</p> <p>Деструкция полимеров. Деполимеризация.</p> <p>Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).</p>

<p>Лекция 7. Свойства полимеров. (2 часа)</p>	<p>Зависимость свойств полимеров от строения макромолекулы, ее формы, агрегатного состояния и молекулярной массы. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул.</p>
<p>Лекция 8,9. Отдельные представители ВМС, методы синтеза, свойства и области применения. (4 часа)</p>	<p>Карбоцепные полимеры, гетероцепные полимеры (методы синтеза, свойства и области применения). Природные полимеры. Общие представления о строении нуклеиновых кислот и белков. Углеводы (гомополисахариды, гетерополисахариды)</p>
<p>Лекция 10. Использование и утилизация полимерных материалов. (2 часа)</p>	<p>Пути решения утилизации полимерных материалов. Современные тенденции утилизации полимерных материалов Использование полимеров в биологии и медицине.</p>

V. Практикум

Таблица 3

	Содержание
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространение ВМС в природе (растительных, животных объектах), значение ВМС. 2. Основные понятия химии ВМС. Мономер, олигомер, полимер, макромолекула, элементарное звено, молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, степень полимеризации, период идентичности, изотактические, синдиотактические, атактические полимеры, гомополимеры, сополимеры. 3. Аморфные и кристаллические полимеры. Три физических состояния аморфных полимеров. Термомеханические кривые аморфных полимеров. 4. Классификация ВМС <ol style="list-style-type: none"> а) по происхождению; б) по строению и составу основной цепи; в) по поведению при нагревании; г) по механическим свойствам. 5. Геометрическая форма молекул. Возможности переработки полимеров в изделия в зависимости от геометрической формы макромолекулы. 6. Зависимость свойств полимеров от строения макромолекул, ее формы агрегатного состояния и молекулярной массы.

(2 часа)	Свойства полимеров

	«Полимеры и их свойства»
Семинар 2. Синтез ВМС, полимеризация.(4 часа)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные способы получения полимеров. Полимеризация. Активность мономеров в реакциях полимеризации. 2. Виды цепной полимеризации. Механизм радикальной полимеризации. 3. Термическая полимеризация. Фотохимическая полимеризация. Радиационная полимеризация. 4. Ионная полимеризация. Механизм катионной и анионной полимеризации. Катализаторы Циглера – Натта. Стереорегулярные ВМС 5. Сополимеризация, практическое применение. Блоксополимеры. Привитые полимеры.

Продолжение табл.3

Семинар 3. Синтез ВМС, поликонденсация. (2 часа)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поликонденсация. Гомо- и гетерополиконденсация. 2. Равновесная и неравновесная поликонденсация. 3. Линейная и трехмерная поликонденсация. 4. Реакции сшивания полимеров. 5. Реакции деструкции и деполимеризации.
Лабораторная работа №2.	Каучуки.

(2 часа)	
Семинар 4. Отдельные представители ВМС. Карбо- цепные и гете- роцепные по- лимеры. (4 ча- са)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натуральный каучук. Строение, Z,E – изомеры. Доказательство строения. Вулканизация, резина, эбонит. 2. Синтетические каучуки. Работы Лебедева С. В.. Получение синтетических каучуков а) цепной полимеризацией; б) анионной полимеризацией; в) сополимеризацией; г) эмульсионной радикальной полимеризацией; д) поликонденсацией. 3. Полимерные ароматические углеводороды. Полифенилены. Фенолформальдегидные смолы. Резолы. Резиты. 4. Гомополисахариды (целлюлоза и ее производные, крахмал, гликоген, пектиновые вещества и т.д.). 5. Гетерополисахариды (гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат, гепарин и т.д.). 6. Биологическая роль высших полисахаридов. 7. Использование полимеров в медицине и биологии.
Семинар 5. Лабораторная работа № 3. (2 часа)	Полисахариды.
Контрольная работа (2 часа)	Синтез ВМС и их свойства

Лабораторная работа № 1 «Свойства полимеров».

Опыт 1. Свойства полимеров

В пробирку, в которой находится 2—3 см³ органического растворителя, поместите измельченный полимер (по указа-

нию преподавателя). Затем встряхните пробирку и наблюдайте изменения.

Опыт 2. Отношение полимера к нагреванию.

Нагрейте несколько кусочков полимера на водяной бане. Являются ли полимеры термопластичными?

Опыт 3. Горение полимера.

Подожгите кусочек полимера, обратите внимание на слабое потрескивание при горении и на запах. Сравните горение разных полимеров.

Результаты опытов занесите в табл. 4

Таблица 4

Поли- мер	Растворимость					Отно- шение к нагре- ванию	Горение
	Бен- зол	То- лу- ол	C ₂ H ₅ ОН	CCl ₄	аце- тон		

Напишите реакции получения используемых полимеров из соответствующих мономеров.

Опыт 4. Деполимеризация полимера полиметилметакрилата

Мелкие кусочки полимера поместите в пробирку. Постепенно нагревайте пробирку в пламени горелки и наблюдайте за внешними признаками деполимеризации полимера: образующийся при разложении полимера метилметакрилат конденсируется в пробирке-приемнике, охлаждаемой водой; образующиеся при деполимеризации побочные продукты окрашивают метилметакрилат в желтый цвет.

Полученный продукт деполимеризации разделите на две части. К одной части прилейте несколько капель бромной воды, а к другой — несколько капель перманганата калия. При этом наблюдайте обесцвечивание бромной воды и перманганата калия. Напишите схемы уравнений этих реакций.

Запишите формулу полиметилметакрилата и схему уравнения реакции деполимеризации; составьте схему уравнения реакции получения мономера — метилметакрилата — из соответствующих кислоты и спирта.

Опыт 5. Определение плотности полимера

Полимеры — сравнительно легкие материалы, большинство из них в 5—6 раз легче металлов (табл. 5). Их плотность находится в пределах от 0,9 (полипропилен) до 2,3 г/см³ (полиметилметакрилат), плотность (объемная масса) поро- и пенопластов менее 1 г/см³.

Таблица 5

Плотность полимерных материалов

Полимерный материал	Плотность, г/см ³
Полиэтилен	0,92-0,96
Полипропилен	0,9
Полиизобутилен	0,9
Полистирол	0,91-0,93
Фторопласт-3	1,05-1,08
Фторопласт-4	2,11-2,16
Полиметилметакрилат	2,2-2,3
СЭП (сополимер этилена с пропиленом)	1,18-1,2
Винипласт листовой	0,93-0,95
Сополимер винилхлорида с винилацетатом	1,35-1,40
Полиуретан	1,34
Пресс-порошки на связующем новолачного или резольного типа	1,2
Полиамид	1,4
Полиэпоксиды	1,19-1,23

Плотность пластических масс определяют взвешиванием стандартных брусков размером 120x15x10 мм. Для этого брусок, имеющий комнатную температуру, подвешивают на тонкой медной проволоке и взвешивают на специально приспособленных весах с точностью до 0,01 г. Затем его полностью погружают в стакан с дистиллированной водой комнатной температуры и взвешивают в воде с той же точностью.

При определении плотности материала следует учитывать, что вес бруска в воздухе отличается от его веса в воде на величину выталкивающей силы воды: $F = m_e g$, где m_e — масса воды в объеме погруженного в нее тела; g — ускорение силы тяжести. Отношение веса бруска в воздухе к разнице весов бруска в воздухе и в воде [$mg / (m_e g) = m / m_e$] есть относительная плотность исследуемого материала [$d = m / m_e$]. Умножив относительную плотность d на плотность воды при данной температуре [ρ_v] (табл. 6), вычисляют плотность материала [$\rho = d\rho_e$].

Порядок выполнения опыта

1. Получите у лаборанта два стандартных образца, изготовленных из одного материала.
2. Подвесьте брусок на тонкой медной проволоке и взвесьте их с точностью до 0,01 г.
3. стакан с дистиллированной водой взвесьте и поставьте под висящий брусок, который затем полностью погрузите в стакан.
4. Взвесьте брусок в воде.

Таблица 6

Плотность воды при различной температуре

Температура, °С	Плотность, г/см ³	Температура, °С	Плотность, г/см ³
15	0,9991	21	0,9980
16	0,9989	22	0,9978
17	0,9988	23	0,9975
18	0,9986	24	0,9973
19	0,9984	25	0,9970
20	0,9982		

5. Запишите результаты опыта в следующем порядке

- номер образца;
- масса разновесов при определении веса бруска в воздухе m (в г);
- масса разновесов при определении веса бруска в воде m_1 (в г);
- масса воды в объеме бруска $m_e = m - m_1$ (в г);
- относительная плотность исследуемого материала d ;
- плотность воды при температуре опыта ρ_v (в г/см³);
- плотность исследуемого материала ρ (в г/см³);
- среднее значение двух измерений ρ_{cp} (в г/см³);

- плотность материала, взятая из таблицы (в г/см³).

Опыт 6. Определение содержания летучих веществ.

Летучие вещества и влагу удаляют из образца при его нагревании до 103-105 °С. В полимерах, подвергаемых переработке прессованием, литьем под давлением и другими методами, необходимо знать содержание летучих веществ, так как они вызывают появление волнистости, разводов, вздутий, пузырей и трещин на изделии. Содержание летучих веществ выражают в процентах.

Получите у лаборанта материал для определения содержания летучих примесей и бюкс с крышкой (диаметр бюкса ~ 40 мм). Взвесьте бюкс с крышкой с точностью до 0,01 г (m_1), насыпьте в него примерно 5 г исследуемого материала, закройте крышкой и снова взвесьте с той же точностью (m_2). По разности измерений определите массу навески (m_3).

Поместите открытый бюкс с навеской в термощкаф (температура 103—105 °С) на 30 мин, после чего охладите его в эксикаторе, закройте крышкой и снова взвесьте (m_4). По разности измерений определите массу навески после термообработки (m_5). Результаты опыта запишите в табл.

Таблица 7

Экспериментальные данные для определения содержания летучих веществ

Масса бюкса с крышкой m_1 , г	Масса бюкса с крышкой и навеской, г		Масса навески, г		Содержание летучих веществ, % $X = [(m_3 - m_5) / m_3] \cdot 100$
	до термообработки m_2	после термообработки m_4	до термообработки m_3	после термообработки m_5	

Лабораторная работа № 2 «Каучуки».

Опыт 1. Извлечение млечного сока из растений.

Каучук содержится в ряде растений и легко может быть извлечен из них. Для извлечения каучука из фикуса отрезают 1-2 листа, выделевшийся их черешков млечный сок собирают в пробирку. К собранным каплям сока приливают немного воды и вносят 0,5 г CaCl_2 или сернокислого аммония. Смесь встряхивают, затем по каплям добавляют спирт, пока каучук не начнет выделяться на поверхности раствора в виде хлопьев. Хлопья каучука, извлеченные из раствора стеклянной палочкой, растягивают при помощи пинцета. Образуются тонкие длинные нити каучука. Полученные хлопья каучука переносят стеклянной палочкой в три пробирки и добавляют по 2-3 мл растворителя (бензола, бензина, хлороформа).

Оставшийся раствор после получения каучука делят на две части. К первой части раствора приливают бромную воду или раствор перманганата калия. Исчезновение окраски указывает на неопределенный характер каучука. Напишите уравнение реакции.

Другую часть раствора осторожно выпаривают на часовом стекле. После удаления растворителя обнаруживается эластичная пленка каучука. Что доказывает данный опыт?

Опыт 2. Отношение каучука и резины к растворителям.

Невулканизированный каучук растворяется во многих органических растворителях, вулканизированный каучук (резина) в той или иной степени растворяет в себе эти вещества, от чего увеличивается в объеме (как говорят «набухает»).

В две пробирки с бензином или бензолом помещают по кусочку сырого (невулканизированного) каучука и резины (от резиновой пробки или галоши) Пробирки закрывают корковыми пробками и ставят для дальнейшего наблюдения. Через некоторое время обнаруживают, что в одной пробирке каучук растворяется, а в другой пробирке резина набухает. Что доказывает данный опыт?

Опыт 3. Взаимодействие с бромом.

Вследствие наличия двойных связей каучук легко присоединяет галогены. Этим объясняется, например, затвердение каучуковых пробок и трубок при работе с галогенами.

Готовят раствор сырого (невулканизированного) каучука в бензине (свободного от непредельных соединений) или в бензоле (что удобнее, т.к. он обычно не требует предварительной очистки). Это может быть достигнуто кипячением тонко нарезанных кусочков каучука с растворителем в колбе с обратным холодильником или настаиванием (без нагревания) в течение нескольких суток. В пробирку с раствором каучука приливают раствор брома в бензоле. При встряхивании смеси окраска брома исчезает. (Для опыта можно использовать также бромную воду). Объясните причину исчезновения окраски? Отметьте скорость ее протекания по сравнению с аналогичной реакцией для натурального каучука?

Опыт 4. Разложение каучука при нагревании.

Каучук при нагревании разлагается на продукты с меньшим молекулярным весом. Образующиеся вещества обладают свойствами непредельных соединений. Основной продукт разложения каучука – изопрен.

В пробирке с отводной трубкой нагревают немного каучука. Образующиеся газообразные продукты отводят в пробирку – приемник, охлаждаемую в стакане с холодной водой, где они конденсируются. В пробирку – приемник налейте 1,5-2 мл бромной воды или раствор перманганата калия и периодически её взбалтывайте. Когда соберется немного конденсата произойдет обесцвечивание жидкости. Напишите все необходимые уравнения реакции.

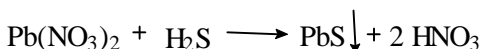
Опыт 5. Отношение каучука и резины к нагреванию.

Доведите водяную баню до кипения и продолжая нагревать, поместите в неё на 5 мин полоски каучука и резины. Затем выньте тигельными щипцами полоску резины и быстро растяните её. То же сделайте с полоской каучука. Полоска каучука после размягчения сильно растягивается, теряет эластичность, полоска резины остается без изменений.

Таким образом, каучук термопластичен, резина же нет, она имеет большую термическую и механическую стойкость. Эти свойства каучука и резины объясняются их различной структурой. Какой?

Опыт 6. Открытие серы в вулканизированном каучуке.

При сильном нагревании вулканизированного каучука сера выделяется из него в виде сероводорода и может быть обнаружена солями свинца.



В пробирке нагревают несколько кусочков резины. В выделяющиеся пары вносят бумажку, смоченную раствором азотнокислого $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ или уксуснокислого свинца $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Бумажка чернеет. Продукты термического разложения резины можно пропустить также в раствор соли свинца. Образуется черный осадок PbS .

Невулканизированный каучук (если он не загрязнен) в подобных условиях не образует осадка сернистого свинца.

Опыт 8. Выделение каучука из резинового клея.

Резиновый клей представляет собой 4% раствор каучука в бензине.

На стеклянную пластинку тонким слоем налейте резиновый клей и нагрейте её на кипящей водяной бане. При этом бензин испаряется и на стекле остается желтая пленка каучука, которая легко скатывается в стерженек. О чем свидетельствует данный опыт.

С выделенным каучуком проведите опыты на эластичность, растворимость в органических растворителях, термопластичность.

Лабораторная работа № 3 «Полисахариды».

Опыт 1. Качественные реакции на углеводы.

А. Реакция углеводов с α -нафтолом (реакция Молина)

В две пробирки наливают по 1 мл воды и вносят небольшое количество углеводов: в одну пробирку – сахарозу (или глюкозу), в другую – крахмал (или целлюлозу). Затем в каждую пробирку добавляют 1-2 капли 15%-ного спиртового раствора α -нафтола и, наклонив пробирку, по стенкам из пипетки осторожно приливают по 1 мл концентрированной серной кислоты. Образуются два слоя: внизу – серная кислота, сверху – водный слой. Через небольшой промежуток времени на границе двух слоев появляется окрашенное кольцо, сначала зеленоватого цвета, потом фиолетовое.

Реакция с α -нафтолом – качественная реакция на углеводы. При взаимодействии с концентрированной серной кислотой углеводы разлагаются, наряду с другими продуктами разложения образуется фурфурол и его производные: они конденсируются с α -нафтолом с образованием окрашенных продуктов.

Напишите уравнения реакции дегидратации D-глюкозы (образование оксиметилфурфуrola).

Б. Реакция высших полисахаридов с реактивом Фелинга.

В две пробирки наливают по 1-1,5 мл 1%-ного крахмального клейстера и 1 %-ного раствора гликогена (животный крахмал) и добавляют равный объем реактива Фелинга. Жидкости перемешивают и нагревают верхнюю часть растворов до начинающегося кипения.

Изменяется ли окраска растворов? Объясните опыт.

В. Реакция с иодом.

В две пробирки наливают по 1 мл 1 %-ных растворов крахмального клейстера и гликогена и затем добавляют по несколько капель сильно разбавленного водой раствора иода в иодиде калия. В пробирке с растворами появляется интенсивное окрашивание. Какое? При нагревании этого раствора до кипения окраска исчезает, при охлаждении раствора снова появляется. Объясните почему?

Иодкрахмальная реакция применяется в аналитической химии для открытия как крахмала, так и иода. Крахмал широко применяется в качестве индикатора в иодометрии.

Г. Реакция на пентозапы (образование фурфурола). (Тяга!)

В пробирку вносят сухие древесные опилки (высота слоя 1-1,5 см) и добавляют соляную кислоту (1:1) в таком количестве, чтобы она покрыла опилки. На полоску фильтровальной бумаги наносят 1-2 капли анилина и 1-2 капли ледяной уксусной кислоты (в то же пятно). Смоченную уксуснокислым анилином фильтровальную бумагу подносят к отверстию пробирки и 28Иипятят смесь опилок с соляной кислотой. Фурфурол содержащийся в выделяющихся парах, образует на бумаге яркое розово-красное пятно. Для отгонки фурфурола, летучего с водяным паром, пробирку закрывают изогнутой газоотводной трубкой, ее конец опускают в пустую пробирку-приемник, охлаждаемую в стакане с ледяной водой. Отгоняют несколько капель водной эмульсии фурфурола. В пробирку-приемник добавляют каплю анилина и I каплю ледяной уксусной кислоты. Появляется окрашивание.

Объясните опыт и напишите уравнения следующих реакций: гидролиз пентазанов, дегидратация пентоз (образование фурфурола).

Опыт 2. Кислотный гидролиз крахмала.

В коническую колбу емкостью 50 мл наливают 20-25 мл 1%-ного крахмального клейстера и 3-5 мл 10%-ного раствора серной кислоты. В 7-8 пробирок наливают по 1 мл очень разбавленного раствора иода в иодиде калия (светло-желтого цвета), пробирки ставят в штатив. В первую пробирку вносят 1-3 капли подготовленного для опыта раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу нагревают на асбестовой сетке небольшим пламенем горелки. Через 30 с после начала кипения отбирают пипеткой вторую пробу раствора, которую вносят во вторую пробирку с раствором иода, после встряхивания отмечают цвет раствора. В дальнейшем отбирают пробы раствора через каждые 30 с и вносят их в последующие пробирки с раствором иода. Отмечают постепенное изменение окраски растворов при реакции с иодом. Занесите в таблицу изменение окраски в пробирках.

Таблица 8

№ про- бирки	Время после начала опыта для внесения раствора иода в иодиде калия							
	30 с	60 с	90 с	120 с	150 с	180 с	210 с	240 с
	1	2	3	4	5	6	7	8
Окраска в пробирках, после внесения J_2 в КJ.								

После того как реакционная смесь перестанет давать окраску с иодом, смесь кипятят еще 2-3 минуты, после чего ее охлаждают и нейтрализуют 10%-ным раствором гидроксида натрия, добавляя его по каплям до щелочной реакции среды (появления розовой окраски на фенолфталеиновой индикаторной бумаге).

Часть щелочного раствора переливают в пробирку, смешивают с равным объемом реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения.

Выпадает ли красный осадок оксида меди (I)? Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала, укажите промежуточные и конечный продукты. Объясните, почему в процессе гидролиза изменяется окраска гидролизата с иодом.

Опыт 3. Свойства целлюлозы.

А. Растворение целлюлозы в медно-аммиачном растворе (реактиве Швейцера).

В пробирку наливают 5 мл медно-аммиачного раствора (реактива Швейцера), опускают в него очень маленький кусочек гигроскопической ваты (целлюлозы) и тщательно перемешивают содержимое пробирки стеклянной папочкой до полного растворения ваты. Получается вязкая прозрачная жидкость яркосинего цвета. Получившийся раствор выливают тонкой струей в стакан, содержащий около 100 мл теплой воды, подкисленной 2-5 мл концентрированной серной кислоты. Целлюлоза выделяется из раствора в виде хлопьев. Способностью целлюлозы рас-

творятся в реактиве Швейцера пользуются при производстве медно-аммиачного искусственного шелка.

Б. Получение растительного пергамента (амилоида).

В три фарфоровые чашки наливают: в первую 80%-ный раствор серной кислоты, во вторую – дистиллированную воду, в третью – 5%-ный раствор аммиака. В раствор серной кислоты опускают на 8-10 с среднюю часть полоски фильтровальной бумаги (10x3 см), сухие концы бумаги держат в руках. Избыток кислоты быстро сливают в ту же фарфоровую чашку, промывают участок бумаги, обработанный кислотой, в воде, налитой во вторую чашку. Затем нейтрализуют остатки кислоты разбавленным раствором аммиака. Просушивают полученный растительный пергамент между листами фильтровальной бумаги и сравнивают вид и прочность обработанного кислотой участка бумаги с необработанным. Наносят капля разбавленного раствора иода на обработанный кислотой участок бумаги. Какая получается окраска? Объясните опыт.

В. Кислотный гидролиз целлюлозы.

В сухую коническую колбу емкостью 50-100 мл помещают немного очень мелко нарезанных кусочков фильтровальной бумаги (целлюлозы) и смачивают их концентрированной серной кислотой. Тщательно перемешивают содержимое колбы стеклянной палочкой до полного разрушения бумаги и образования бесцветного вязкого раствора. После этого к нему добавляют небольшими порциями при перемешивании 15-20 мл воды (*осторожно!*), колбу соединяют с воздушным обратным холодильником и кипятят реакционную смесь 20-30 мин, периодически перемешивая. После окончания гидролиза отливают 2-3 мл жидкости, нейтрализуют ее сухим карбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями (жидкость вспенивается), и обнаруживают присутствие восстанавливающих сахаров реакцией с реактивом Фелинга.

Напишите уравнение реакции гидролиза целлюлозы и взаимодействие гидролизата с реактивом Фелинга. Объясните опыт.

Г. Реакция целлюлозы со щелочью.

В небольшой стакан наливают 40%-ный раствор гидроксида натрия и опускают в него полоску фильтровальной бумаги. Вторую полоску такого же размера опускают в стакан с водой (контрольный образец). Через 5-7 мин полоски бумаги вынимают. Образец, который был в воде, отжимают в фильтровальной бумаге. Второй образец – из стакана с раствором гидроксида натрия – промывают водой мытую полоску, отжимают в фильтровальной бумаге. Когда обе бумажные полоски высохнут, сравнивают их длину и плотность.

При обработке целлюлозы концентрированными растворами щелочей образуется «щелочная целлюлоза» (алкалицеллюлоза). В растворе щелочи целлюлоза сильно набухает ее волокна становятся толще и короче. Обработанная щелочью полоска бумаги (или ткани) делается более плотной и короткой по сравнению с контрольной. В текстильной промышленности обработку щелочью хлопчатобумажных тканей и ниток проводят с целью их облагораживания (мерсеризация).

Д. Получение и свойства нитратов целлюлозы. (Тяга!)

В небольшую колбу наливают 4 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно при перемешивании добавляют 8 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь несколько охлаждают и погружают в нее с помощью стеклянной палочки небольшой комочек гигроскопической ваты. Реакционную смесь периодически перемешивают палочкой и нагревают на водяной бане (температура воды 60-70⁰ С) в течение 5 минут. Затем вату вынимают и тщательно промывают водой сначала в стакане, а потом в струе воды под водопроводным краном. Избыток воды отжимают в фильтровальной бумаге, вату разрыхляют и высушивают в фарфоровой чашке на кипящей водяной бане. В условиях опыта получается преимущественно динитрат целлюлозы – коллоксилин.

Напишите схему образования динитрата целлюлозы (формулу фрагмента молекулы целлюлозы напишите по Хеуорсу). Почему часто употребляемое название «нитроцеллюлоза» неверно?

Высушенный волокнистый нитрат целлюлозы (светло-желтого цвета) делят на три части. Одну часть кладут на асбестовую сетку и поджигают. Рядом поджигают кусок гигроско-

пической ваты (целлюлозы). Отмечают разницу в характере горения этих двух образцов.

Вторую часть коллоксилиновой ваты помещают на дно сухой пробирки и нагревают ее в пламени горелки. Коллоксилин при нагревании разлагается со взрывом и вылетает из пробирки (**Осторожно! Отверстие пробирки должно быть повернуто к стене**).

Третью часть коллоксилина растворяют при помешивании палочкой в смеси этилового спирта и диэтилового эфира (1:3). Образуется вязкий раствор – коллодий. Часть коллодия выливают на предметное стекло; после испарения растворителя остается твердая пленка. Ее вносят тигельными щипцами в пламя горелки. Пленка коллодия сгорает медленнее, чем коллоксилиновая вата.

Опыт 4. Некоторые свойства хлопкового и искусственных волокон.

Наливают в четыре пробирки по 1,5-2 мл: 1- концентрированной азотной кислоты, 2 – 25%-ного раствора серной кислоты, 3 – 10%-ного раствора гидроксила натрия, 4 – ацетона. В 32Ижду пробирку опускают небольшой кусочек вискозного волокна (или ткани). Размешивают содержимое пробирки стеклянной палочкой в течении 2-3 мин. Результаты опыта записывают в таблицу.

Опыт повторяют с образцами: ацетатного и хлопкового волокна Можно ли чистить платья из вискозного и ацетатного шелка ацетоном?

Для определения отношения волокон к нагреванию помещают образцы исследуемых волокон на асбестовую сетку и поджигают их лучинкой (**Тяга!**). Результаты записывают в таблицу.

Таблица 9

Волокно	Отношение к действию				Характер горения
	HNO ₃ (конц)	H ₂ SO ₄ (25%-ная)	NaOH (10%-ная)	ацетон	
Хлопковое					
Вискозное					
Ацетатное					

Опыт 5. Выделение и определение пектиновых веществ.

Пектиновые вещества – высокомолекулярные соединения, широко распространенные в растениях. Относительная молекулярная масса пектиновых веществ колеблется от 50 000 до 300 000. Они являются цементирующими соединениями, своего рода клеем, скрепляющим растительные клетки; благодаря своим гидрофильным свойствам предохраняют растения от высыхания, положительно влияют на засухоустойчивость.

Главная составная часть пектиновых веществ – полигалактуроновая, или пектиновая, кислота. Метилированная по карбоксильной группе полигалактуроновая кислота называется пектиновой кислотой или растворимым пектином. Характерным свойством пектина является его способность давать студни в присутствии кислоты. Это свойство широко используется в кондитерской промышленности.

А. Выделение растворимого пектина.

25 г свежего материала (яблоки, сахарная свекла) растирают с битым с стеклом или кварцевым песком в фарфоровой ступке до однородной массы, переносят в коническую колбу на 500 мл, заливают 100 мл воды, нагретой до 45⁰С (не выше), выдерживают (при периодическом взбалтывании) 30 минут при той же температуре на водяной бане. Затем колбу плотно закрывают каучуковой пробкой и энергично взбалтывают 15-20 мин. После этого содержимое колбы центрифугируют при 3000 g в течении 10-15 мин и собирают прозрачный раствор пектина.

Для обеспечения полноты извлечения растворимого пектина осадок повторно заливают 75 мл воды и получают второй водный экстракт; в третий раз заливают 50-60 мл воды, каждый раз отделяя растворимый пектин от осадка центрифугированием. Экстракты объединяют, доводя их общий объем по 250 мл. Растворимый пектин определяют пектанатным методом.

Б. Определение количества растворимого пектина по пектату кальция.

Для количественного определения пектина часто пользуются методом, основанным на гидролизе пектиновых веществ и осаждении полигалактуроновой кислоты в виде пектата кальция.

В коническую колбу или химический стакан емкостью 500 мл отмеряют пипеткой 25 мл раствора пектина (см выше) и

приливают 100 мл 0,1 н раствора гидроксида натрия. Оставляют на 30 мин для омыления растворимого пектина, который переходит в натриевую соль пектиновой кислоты. Затем добавляют 50 мл 1 н раствора уксусной кислоты и получают свободную пектиновую (полигалактуроновую) кислоту. К полученной таким образом пектиновой кислоте через 5 мин прибавляют 50 мл 2 н раствора хлорида кальция и оставляют стоять 1 час. За это время выпадает осадок пектата кальция. Осадок промывают горячей водой на взвешенном фильтре (фильтр предварительно многократно промывают водой и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при 100⁰ С) до тех пор, пока не станет отрицательной реакция на хлорид-ион с 1%-ным раствором нитрата серебра. Осадок вместе с фильтратом помещают в бюксы и доводят до постоянной массы в сушильном шкафу при 100⁰ С. По разнице между первоначальной массой фильтра и массой его с пектатом кальция находят содержание последнего в 25 мл раствора пектата. Содержание пектиновой кислоты вычисляют по формуле:

$$C = \frac{x \cdot V \cdot 92}{a \cdot V_1}, \text{ где}$$

C — содержание пектиновой кислоты (в %); x — количество найденного пектата кальция (в г); a — навеска исследуемого растительного материала (в г); V₁ — объем фильтрата, взятого для омыления и осаждения в нем пектата кальция (в мл); V — начальный объем раствора пектина (в мл); 92 — коэффициент пересчета (в %), вычисленный исходя из того, что пектат кальция содержит 8% кальция.

В. Качественное обнаружение пектиновых веществ (реакция Эрлиха).

3 г растительного материала нагревают в течении 30 мин с 10-20 объемами 1%-ного раствора серной кислоты в колбе с притертым холодильником при 145⁰С на масляной бане. Затем гидролизат смешивают с избыточным количеством карбоната бария и нагревают на кипящей водяной бане в течении 15 мин. Осадки сульфата бария и карбоната бария отфильтровывают, фильтрат упаривают. Раствор обрабатывают животным углем, фильтруют и смешивают с тремя объемами этилового спирта.

Полученный хлопьевидный осадок отфильтровывают, растворяют в воде и смешивают с избытком ацетата свинца. Нагревание раствора на водяной бане при наличии галактуроновой кислоты дает кирпично-красный осадок.

VI. Глоссарий.

Агрегатные состояния полимеров – физические состояния высокомолекулярных соединений, отличающиеся подвижностью элементов структуры и способностью к сохранению собственного объема и формы.

Аморфное состояние полимеров – фазовое состояние (см.) полимеров, характеризующееся наличием только ближнего порядка (см.) во взаимном расположении элементов структуры. Наблюдается в твердом и жидком агрегатных состояниях (см.).

Анионная (карбанионная) полимеризация – механизм полимеризации, при котором концевой атом углерода растущей полимерной цепи несет частичный или полный отрицательный заряд.

Биополимеры – природные высокомолекулярные соединения, из которых построены клетки живых организмов и межклеточное вещество, связывающее их между собой (высокомолекулярные углеводы, белки, нуклеиновые кислоты и т.д.).

Блоксополимеры – линейные сополимеры (см.), макромолекулы которых состоят из чередующихся блоков различных гомополимеров и (или) статистических сополимеров (см.), различающихся по составу или строению.

Внутримолекулярные превращения – химические реакции, обусловленные внутримолекулярными перегруппировками или взаимодействиями между собой атомов или функциональных групп одной макромолекулы, изменяющие первичную структуру полимерной цепи, но не приводящие к существенному изменению степени полимеризации исходного полимера.

Вторичная структура полимеров – последовательность упорядоченных и неупорядоченных участков одной макромолекулы; конформация макромолекулы.

Высокомолекулярные соединения – химические соединения большой молекулярной массы (от нескольких тысяч до многих миллионов) [см. Полимер].

Высокоэластическое состояние полимеров – аморфное состояние полимеров (см.), характеризующееся большими обратимыми деформациями, обусловленными сегментальной подвижностью макромолекул. Движение макромолекул как отдельных кинетических единиц в высокоэластическом состоянии ограничено.

Высокоэластичность (эластичность) ~ способность полимерного материала восстанавливать свою первоначальную форму через некоторое время после прекращения действия внешних сил (см. Релаксация).

Вязкотекучее состояние полимеров – аморфное состояние полимеров (см.), характеризующееся интенсивным тепловым движением отдельных звеньев, сегментов (см.), а также перемещением макромолекул как единого целого.

Вязкость полимеров – свойство полимерных систем оказывать сопротивление необратимому изменению формы образца.

Гетерогенная полимеризация – полимеризация, в которой используются гетерогенные катализаторы или инициаторы.

Гетерофазная полимеризация – способ синтеза полимеров в многофазной системе, в которой мономер находится в коллоидно-диспергированном состоянии. Рост цепи полимера может происходить одновременно в различных фазах, а также на границах раздела между ними (см. суспензионная, эмульсионная полимеризация).

Гетероцепные полимеры – полимеры, основная цепь которых построена из атомов различных элементов.

Гибкость макромолекул – способность полимерных цепей изменять свою конформацию (см.) в результате теплового движения звеньев, а также под влиянием внешних энергетических полей.

Гидролитическая деструкция – см. Гидролиз.

Гидролиз – уменьшение длины гетероцепных макромолекул под влиянием H^+ - или OH^- -ионов с присоединением молекул воды к образовавшимся фрагментам цепей.

Глобулы – шаровидные частицы, образованные свернутыми макромолекулами (одной или несколькими). Характеризуются

наличием только ближнего порядка во взаимном расположении осей сегментов. Имеют размеры, близкие к размерам кристаллов.

Гомополиконденсация (и гомополимеризация) – процессы синтеза полимера, в которых участвует только один тип мономера.

Гомополимер – полимер, макромолекулы которого построены из одинаковых звеньев.

Гомофазная полимеризация – цепной процесс синтеза полимеров, при котором реакция осуществляется в одной фазе, а фазовые переходы в процессе синтеза в системе отсутствуют.

Гомоцепные полимеры – полимеры, основная цепь которых построена из одинаковых атомов (см. Карбоцепные полимеры).

Графт-сополимер – см. Привитой сополимер.

Деполимеризация (частный случай деструкции) – процесс последовательного отщепления мономерных звеньев от полимерной цепи. Сопровождается преимущественным образованием мономера.

Деструкция полимеров – необратимое изменение молекулярной массы и (или) химического состава элементарного звена макромолекул под влиянием физических, химических или биологических воздействий.

Деформация полимеров – изменение формы или объема полимерного материала под влиянием внешних энергетических полей.

Длина кинетической цепи – количество последовательных элементарных актов переноса активного центра в цепном процессе.

Жидкокристаллическое (мезоморфное) состояние – фазовое состояние (см.) полимера, промежуточное между кристаллическим и аморфным.

Изомерные полимеры – полимеры, имеющие одинаковый химический состав, но различное строение элементарного звена (например, полиметилакрилат и поливинилацетат).

Ингибирование полимеризации – замедление суммарной скорости полимеризации.

Ингибиторы – вещества, приводящие к замедлению скорости полимеризации (см.).

Индукционный период – время, необходимое для зарождения кинетической цепи (см.).

Инициирование – начальная стадия синтеза полимеров, при которой происходит превращение небольшой доли молекул мономера в активные центры, способные присоединять к себе новые молекулы мономера с образованием растущей макромолекулы.

Ионная полимеризация – процесс синтеза полимеров, при котором активными центрами, возбуждающими цепную реакцию, являются ионы (см. анионная, катионная, ионно-координационная полимеризация).

Ионно-координационная полимеризация – каталитический процесс образования макромолекул, в котором стадии разрыва π -связи в мономере предшествует возникновение координационного комплекса между ним и катализатором.

Карбоцепные полимеры – полимеры, основная цепь которых состоит только из атомов углерода.

Катионная (карбониевая) полимеризация – механизм реакции полимеризации, протекающей с образованием иона карбония – полярного соединения с трехвалентным атомом углерода, несущим положительный заряд.

Кинетическая цепь – последовательность элементарных реакций в цепных процессах (см. длина кинетической цепи).

Конфигурация макромолекул – определенное пространственное расположение атомов и атомных групп в цепи. Оно не может быть изменено путем вращения (поворота) отдельных частей звена (мера) или макромолекулы без разрыва химических связей.

Конфигурационное звено – составное звено полимерной цепи, содержащее один или более центров известной и вполне определенной стереоизомерии.

Конфигурационное основное звено – составное (элементарное) звено, конфигурация которого определена и известна хотя бы в одном центре стереоизомерии основной цепи макромолекулы.

Конфигурационное повторяющееся звено – наименьшая последовательность одного или более конфигурационных основных

звеньев (см.). определяющая повторение конфигурации (см.) вдоль цепи макромолекулы.

Конформация макромолекул – форма полимерной цепи, обусловленная возможностью вращения звеньев вокруг валентных связей в результате теплового движения, не сопровождающегося разрушением химических связей между атомами и атомными группами. Вид поворотных изомеров, ротамеров.

Кристаллическое состояние полимеров – фазовое состояние (см.) полимеров, характеризующееся наличием как ближнего, так и дальнего ориентационного и координационного порядка во взаимном расположении элементов структуры. Наблюдается в твердом агрегатном состоянии.

Лестничные полимеры – полимеры, макромолекулы которых попарно сшиты регулярными химическими связями.

Линейные полимеры – полимеры, в макромолекулах которых атомы или атомные группы располагаются в виде цепи атомов или вытянутых в цепной последовательности циклов.

Макроионы – макромолекулы, содержащие функциональные группы с избытком или недостатком электронов.

Макромолекула – молекула высокомолекулярного соединения.

Макрорадикалы – макромолекулы, обладающие неспаренным электроном на внешней (валентной) орбитали одного из атомов.

Мезоморфное состояние полимеров (см. Жидкокристаллическое состояние).

Межмолекулярные реакции – реакции взаимодействия функциональных групп различных макромолекул друг с другом.

Межфазная поликонденсация (поликонденсация на границе раздела фаз) – реакция синтеза полимеров, протекающая на границе раздела двух несмешивающихся, но взаимодействующих жидкостей или жидкости и газа.

Механическая деструкция (механодеструкция) – снижение молекулярной массы полимеров при механических воздействиях, приводящих к разрывам основной цепи макромолекул и сопровождающееся образованием свободных радикалов.

Механические свойства полимеров – комплекс свойств, определяющих поведение полимеров при действии на них внешних сил.

Молекулярно-массовое распределение (ММР) – соотношение количества макромолекул различной молекулярной массы в данном образце полимера.

Неорганические полимеры – полимеры, макромолекулы которых имеют главные цепи из неуглеродных атомов и не содержат органических боковых радикалов («обрамляющих» групп).

Обрыв кинетической цепи – стадия цепного процесса, приводящая к исчезновению активного центра на частице.

Обрыв цепи диспропорционированием – вариант прекращения роста кинетической цепи, при котором происходит передача протона от одного радикала к другому с дезактивацией продуктов реакции (вариант «смерти» растущих макромолекул).

Обрыв цепи рекомбинацией – вариант превращения роста кинетической цепи, при котором происходит взаимодействие двух одинаковых или различных свободных радикалов (вариант «смерти» растущих макромолекул).

Олигомеры – низшие члены полимергомологического ряда, имеющие тот же химический состав, что и полимеры, но отличающиеся меньшей молекулярной массой и физическими свойствами, позволяющими разделять их на индивидуальные соединения.

Ориентированное состояние полимеров – специфическое состояние материала из линейных полимеров, характеризующееся тем, что составляющие эти материалы макромолекулы имеют преимущественное расположение осей вдоль некоторых направлений – осей ориентации – во всем объеме материала.

Первичная структура макромолекул – порядок и способ чередования элементарных звеньев в полимерной цепи.

Передача кинетической цепи – элементарный акт процесса полимеризации, приводящий к переносу активного центра от макрорадикала на другую частицу (так называемый передатчик це-

пи). Приводит к прекращению роста материальной цепи полимера (вариант «смерти» растущих макромолекул).

Подвижность макромолекул (кинетическая гибкость) – способность полимерных цепей изменять свою конформацию под влиянием внешних энергетических полей. Размер сегмента (см.) макромолекулы зависит от скорости приложения внешних воздействий (гидродинамических, механических, электромагнитных).

Поликонденсация на границе раздела фаз – см. Межфазная поликонденсация. *Поликонденсация в расплаве* – способ проведения синтеза полимеров методом поликонденсации в отсутствие растворителя или разбавителя. Образующийся в этом процессе полимер находится в расплавленном состоянии.

Поликонденсация в растворе – способ проведения синтеза полимеров методом поликонденсации, при котором и мономеры, и полимер находятся в одной жидкой фазе в растворенном состоянии.

Полимер – высокомолекулярное соединение, молекулы которого (макромолекулы) состоят из большого числа одинаковых или различных группировок (звеньев), соединенных внутри- и межмолекулярными (реже) ковалентными связями.

Полимер атактический – полимер, в макромолекулах которого беспорядочно (статистически) чередуются асимметрические атомы углерода О- и Ь-конфигурации.

Полимер изотактический – высокомолекулярное соединение, макромолекулы которого имеют цепное строение, описываемое одной последовательностью одинаковых конфигурационных основных звеньев (см.).

Полимер синдиотактический – высокомолекулярное соединение, строение макромолекулы которого может быть описано чередующейся последовательностью конфигурационных основных звеньев (см.), являющихся энантиомерными по отношению друг к другу (повторяющиеся звенья имеют конфигурации, противоположные конфигурациям соседних с ними звеньев).

Полимераналогичные превращения – химические реакции боковых групп или атомов основной цепи с низкомолекулярными соединениями, протекающие без разрыва химических связей между звеньями макромолекулы и не приводящие к изменению

строения ее скелета. Принимается, что степень полимеризации при этом остается постоянной.

Полимергомологи – макромолекулы, состоящие из одинаковых звеньев, но имеющие разную длину (см. Молекулярно-массовое распределение).

Полимеризация – реакция соединения молекул мономера между собой, протекающая по цепному механизму.

Полимеризация газофазная – способ синтеза полимеров, при котором реакция полимеризации начинается в результате инициирования (см.) мономеров, находящихся в газообразном состоянии.

Полимеризация в массе (в блоке) – способ проведения полимеризации, при котором исходный мономер находится в жидкой фазе в неразбавленном виде.

Полимеризация в растворе («лаковая» полимеризация) – процесс образования полимера с использованием в качестве реакционной среды вещества, являющегося растворителем как для мономера, так и для образующегося полимера (см. Гомофазная полимеризация).

Полимеризация суспензионная (микроблочная, бисерная, жемчужная, гранульная) – способ гетерофазного синтеза полимеров, осуществляемого в каплях мономера, диспергированного в жидкой среде.

Полимеризация эмульсионная – способ гетерофазного синтеза полимеров, осуществляемый в среде с высоко развитой поверхностью раздела между несмешивающимися фазами, одна из которых содержит мономер.

Полирекомбинация – процесс синтеза полимеров, в котором рост цепей происходит в результате взаимодействия разнородных растущих макрорадикалов.

Полиэлектролиты – полимеры, макромолекулы которых содержат функциональные группы, способные к электролитической диссоциации.

Привитой сополимер (графт-сополимер) – разветвленный сополимер, у которого основная цепь состоит из звеньев одного мономера, а к ней присоединена одна или больше боковых цепей, построенных из звеньев другого мономера.

Разветвленные полимеры – полимеры, в основной цепи которых имеются статистически или регулярно расположенные ответвления. Химическая природа основной цепи и ветвлений идентична.

Реакционная способность мономеров – способность мономеров вступать в реакции, приводящие к образованию макромолекул.

Реакция сшивания – реакция, в результате которой образуется сетка макромолекул, соединенных межцепными ковалентными мостиками. Придает полимерным материалам нерастворимость, неплавкость, увеличение упругости, прочности. Частные случаи: вулканизация, отверждение, радиационное сшивание.

Регулярно-чередующийся сополимер – полимер, содержащий звенья различных мономеров в эквивалентных количествах и с правильным чередованием их вдоль цепи.

Рекомбинационное присоединение – полимераналогичные превращения (см.), протекающие в результате взаимодействия макрорадикалов с низкомолекулярными свободными радикалами.

Рост (продолжение) кинетической цепи – элементарные стадии цепной реакции, протекающие с сохранением свободной валентности или другого активного центра. При полимеризации на этой стадии происходит присоединение мономера к растущему концу полимерной цепи, приводящее к удлинению макрорадикала с сохранением его свойств.

Сетчатые полимеры – см. сшитые полимеры.

Сополиконденсация (совместная поликонденсация) – реакция синтеза сополимера, в которой участвуют три или более различных мономеров.

Сополимеризация – реакция синтеза полимеров, при которой одновременно полимеризуются два или более различных мономеров.

Сополимер – полимер, макромолекулы которого содержат звенья различной химической природы.

Степень полимеризации – число мономерных единиц в одной среднестатистической макромолекуле.

Структура полимера – все уровни взаимного расположения в пространстве элементов полимерного материала: звеньев и сегментов макромолекул (первичная структура – молекулярный

уровень), ассоциатов макромолекул (надмолекулярный уровень); геометрические формы и расположение надмолекулярных структур (морфология).

Ступенчатая полимеризация – реакция образования полимера путем последовательного присоединения молекул сначала к себе подобной, а затем и к растущей молекуле с миграцией атома или группы атомов.

Сшитые (трехмерные, сетчатые, пространственные) полимеры – полимеры, цепи которых соединены между собой статистически расположенными химическими связями с образованием единой пространственной структуры (полимерной сетки).

Твердофазная поликонденсация – поликонденсация двух- и полифункциональных веществ, находящихся в кристаллическом или стеклообразном состоянии.

Твердофазная полимеризация – полимеризация мономеров, находящихся в кристаллическом (или в стеклообразном) состоянии.

Теломеризация – цепная реакция неопредельного соединения (мономера, или «таксогена») с каким-либо веществом («телогеном»), в результате которой образуется разделяющаяся смесь гомологических низкомолекулярных соединений (теломеров).

Трехмерные полимеры – см. Сшитые полимеры.

Фазовые превращения полимеров (фазовые переходы) – переходы полимера из одного фазового состояния в другое, происходящие при изменении температуры, давления или другого внешнего термодинамического фактора и сопровождающиеся изменением взаимного расположения элементов структур и скачкообразным изменением термодинамических и структурных характеристик полимерной системы.

Физические состояния полимеров – состояния полимеров, различающиеся взаимным расположением элементов структуры (см. Фазовые превращения полимеров) и их подвижностью (см. Агрегатные состояния полимеров).

Цепная реакция – механизм синтеза полимеров, при котором превращение мономеров в полимер осуществляется путем последовательного чередования нескольких реакций активных центров с их сохранением в течение всего процесса синтеза.

Элементарное звено макромолекулы (мономерное звено, повторяющееся звено) – наименьшая часть полимерной цепи, которая при многократном повторении образует макромолекулу.

Элементоорганические полимеры – полимеры с неорганическими главными цепями молекул, содержащие в боковой цепи органические радикалы (полисилоксаны, полиалюмоксаны, полититаноксаны).

VII. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Стрепихеев, А.А., Деревицкая, В.А. Основы химии ВМС/ А.А. Стрепихеев, В.М. Деревицкая. - М.: Химия, 1976.- 436с.
2. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения/Ю.Д. Семчиков.- 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2005.- 368 с.

Дополнительная литература

1. Тугов, И.И., Кострыкина, Г.И. Химия и физика полимеров/И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. - Учеб. пособие для вузов. – М.: Химия, 1989.- 432 с.
2. Шур, А.М. ВМС/А.М. Шур. - 3^е изд., перераб и доп. - М.: Высшая школа, 1981. – 656с.
3. Оудиан, Дж. Основы химии полимеров/ под ред. Дж Оудиана. - М.: Мир, 1974. – 615с.
4. Кулезнев, В.Н., Шершнев, В.А. Химия и физика полимеров/В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. - М.: Высшая школа, 1988. – 311с.

Методические указания по самостоятельной работе студентов

План самостоятельной работы

Таблица 10

Темы модулей	Кол-во часов	Формы отчетности	Сроки
--------------	--------------	------------------	-------

Тема 1: Введение. Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.	8	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата. 3.Подготовка к лабораторной работе №1.	Непосредственно к занятию и возможно в течение последующих двух недель. До начала изучения темы № 1. До начала изучения темы № 1.
Тема 2: Синтез высокомолекулярных соединений. Реакции полимеризации.	6	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата	Непосредственно к занятию и возможно в течение последующих двух недель. До начала изучения темы № 2.
Тема 3: Синтез высокомолекулярных соединений. Реакции поликонденсации.	6	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Подготовка к лабораторной работе №2. 3. Написание реферата	Непосредственно к занятию и возможно в течение последующих двух недель. До начала изучения темы № 3. До начала изучения темы № 5.

Продолжение табл.10

Темы	Кол-во часов	Формы отчетности	Сроки
Тема 4: Основные представители карбоцепных и гетероцепных полимеров	6	1.Выполнение письменной домашней работы. 3.Написание реферата.	До начала изучения темы № 5. До изучения темы № 5.
Тема 5: Заключительное занятие по	4	1.Подготовка к контрольной рабо-	До начала изучения темы № 5.

всему курсу.		те. 2.Подготовка к лабораторной работе № 3.	До начала изучения темы № 5.
--------------	--	--	------------------------------

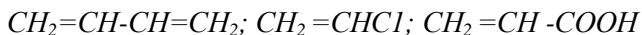
**Содержание письменной индивидуальной домашней работы
(задачи и вопросы, которые необходимо выполнить к определенному семинару).**

Тема 1. Введение. Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.

1. Какими параметрами характеризуют структуру макромолекулы?
2. Почему полиэтилен химически инертен? Каким образом химическая инертность сказывается на полезных свойствах полиэтилена? Как химическая инертность связана с загрязнением окружающей среды использованным полиэтиленом?
3. Какова структура: а) полиалкенов; б)полиэфиров; в)полипептидов? Приведите примеры использования этих типов полимеров.
4. Какая функциональная группа связывает повторяющиеся части молекулы нейлона? Что общего в структуре нейлона и полипептидов?
- 5.Объясните значение терминов «поперечная сшивка» и «терморреактивность». Где используются терморреактивные полимеры?
6. Как структура макромолекул влияет на физические свойства полимера?
7. Почему полимеры не могут существовать в агрегатных состояниях газа и плазмы?
8. Охарактеризуйте особенности высокоэластичного состояния полимеров?
9. Для чего хлопчатобумажную ткань перед глажением увлажняют?

Тема 2. Синтез ВМС. Реакции полимеризации.

1. Как называются полимеры, полученные из следующих мономеров



Какими способами их получают и каковы их свойства?

2. Почему для получения стереорегулярных каучуков чаще всего пользуются методом анионно-координационной полимеризации?

3. Напишите уравнения реакции сополимеризации: а) бутадиена-1,3 с акрилонитрилом; б) акрилонитрила с винилхлоридом.

4. Продукт полученный при полимеризации 4-метилгептадиена – 1,6 не содержит ненасыщенных связей. Какова его химическая структура?

5. Напишите механизм получения поливинилацетата в присутствии инициатора – динитрила азодиизомасляной кислоты.

6. Напишите механизм полимеризации стирола в присутствии перекиси бензоила. Обрыв цепей происходит преимущественно в результате диспропорционирования.

7. Напишите механизм реакции полимеризации винилэтилового эфира в присутствии фторида бора (III) и воды.

8. Напишите механизм реакции полимеризации бутадиена – 1,3 в присутствии *n*-бутиллития.

9. Напишите механизм реакции полимеризации на катализаторах Циглера-Натта стирола.

Тема 3. Синтез ВМС. Реакции поликонденсации. Реакции деструкции и сшивания.

1. Сравните методы полимеризации и поликонденсации. В чем основные преимущества и недостатки метода полконденсации? Приведите примеры полимеров, получаемых этим методом.

2. Как меняется структура полимера, полученного по реакции поликонденсации, в зависимости от числа функциональных групп? Приведите примеры получения линейных и трехмерных полимеров.

3. Напишите уравнение поликонденсации пимиленовой кислоты и бутандиола – 1,4? К какому типу реакций поликонденсации

относится данная реакция? К какому типу реакций поликонденсации относится данная реакция?

4. Напишите уравнение поликонденсации аминокислоты. К какому типу реакций поликонденсации относится данная реакция?

5. Напишите схему реакции поликонденсации пименовой кислоты и бутандиола-1,3. К какому типу реакций поликонденсации относится данная реакция?

6. Фенолформальдегидные полимеры получают поликонденсацией фенола с формальдегидом. Напишите уравнения реакции, укажите условия. Где используются фенолформальдегидные смолы?

7. Напишите схему поликонденсации шитого полимера, мономерами в реакции служат мочевины и формальдегид.

8. Напишите схему реакции поликонденсации малеинового ангидрида и гликоля, и дальнейшее отверждение получившегося полимера.

9. Наибольшее техническое значение имеют глифталиевые полимеры температура плавления, которых составляет более 500°C . Их получают поликонденсацией фталового ангидрида с глицерином (необходимо учесть, что сначала получают полимеры линейного строения, а затем при дальнейшем нагревании с избытком фталового ангидрида, полимеры пространственного строения). Напишите соответствующие уравнения реакции.

Тема 4. Отдельные представители ВМС. Карбоцепные и гетероцепные полимеры.

1. Французский ученый Г.Бушард доказал, что отдельные звенья натурального каучука состоят из звеньев изопрена. Напишите: а) схему реакции доказывающее строение натурального каучука; б) схему реакции полимеризации изопрена. Ответьте на вопрос? Синтетический изопреновый каучук (СКИ) получают полимеризацией изопрена. По свойствам этот каучук сходен с натуральным, но превосходит его по ...? Его используют при изготовлении шин и других изделий вместо натурального каучука.

2. Какой мономер используют для получения стереорегулярного дивинилового каучука? Напишите реакцию его получения. По каким качествам этот каучук превосходит натуральный?
3. Бутилкаучук является сополимером изобутилена и бутадиена. Резина, полученная из бутилкаучука, обладает устойчивостью к старению и к химическим воздействиям. Напишите схему реакции сополимеризации, при которой получается этот вид каучука, а также схему реакции вулканизации, образовавшегося сополимера.
5. Приведите химическую формулу политетрафторэтилена, поливинилфторида, поливинилиденфторида. Где используются данные полимеры.
6. Чем натуральный каучук отличается от гуттаперчи? Приведите структурные формулы данных соединений.
7. Чем отличается клетчатка от крахмала? Какие функции она выполняет в растениях? Напишите формулу (по Хеурсу) фрагмента молекулы клетчатки.
8. Какие из искусственных волокон на основе целлюлозы представляют собой регенерированную целлюлозу, а какие - ее производные?
9. Какие промежуточные и какой конечный продукты получают при гидролизе крахмала? Приведите схему его гидролиза.
10. Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы целлюлозы. Укажите типы связей между остатками глюкозы. В каких веществах растворяется целлюлоза? Что такое амилоид?
11. В бурых водорослях встречается полисахарид ламинарин, выполняющий роль энергетического резерва клеток. Основная цепь этого биополимера построена из остатков β -D-глюкопиранозы, соединенных β -1,3' - гликозидными связями. Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы ламинарина.
12. Макромолекулы инулина, относящегося к группе фруктанов, состоят из остатков β -D-фруктофуранозы, соединенных между собой β -2,1' - гликозидными связями. Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы инулина. Инулин выполняет роль пищевого резерва. Степень полимеризации инулина равна примерно 35 моносахаридным остаткам.

13. Биополимер хитин является основой кутикулы беспозвоночных. Он представляет собой линейный полимер N - ацетил β-D-глюкозамина, в котором остатки моноз связаны β -1,4' - гликозидными связями. Напишите фрагмент молекулы хитина.

14. В печени содержится полисахарид гепарин, в линейной цепи которого регулярно чередуются остатки α-(1,5)-D-глюкуроновой кислоты и α- (1,5)-D-глюзамина, соединенных связями типа α-1,4'. Изобразите перспективную формулу фрагмента молекулы гепарина.

Тема 5. Контрольная работа «Синтез ВМС и их свойства».

Примерный перечень вопросов и задач для выполнения контрольной работы.

1. Приведите классификацию механизмов реакций полимеризации. Чем отличается цепная полимеризация от ступенчатой. Составьте схему реакции ступенчатой полимеризации трех молекул пропилена. Объясните механизм этой реакции (с образованием карбокатионов). Назовите полученные тримеры по номенклатуре ИЮПАК.

2. Расположите приведенные ниже углеводороды в порядке увеличения легкости радикальной полимеризации: 1) этилен; 2) пропен 3) 2,3-диметилбутен – 2; 4) бутен -2.

3. Расположите приведенные ниже углеводороды в порядке увеличения легкости катионной полимеризации: 1) винилхлорид; 2) пропен 3) стирол; 4) этилвиниловый эфир; 5) акрилонитрил.

4. Расположите приведенные ниже углеводороды в порядке увеличения легкости анионной полимеризации: 1) винилацетат; 2) бутен-2 3) 2-хлорбутадиен-1,3; 4) 1,2-дихлорэтилен.

5. Рассмотрите возможный механизм обрыва цепи при полимеризации метилметакрилата в присутствии диметилового эфира азодиизомаасляной кислоты в результате диспропорционирования и рекомбинации.

6. Рассмотрите механизм цепной полимеризации 1-бутена в присутствии перекиси бензоила (C₆H₅-CO-O-O-CO-C₆H₅).

7. Приведите механизм катионной полимеризации стирола (в присутствии фторида бора).

- 8.** Составьте схему реакции цепной полимеризации бутена-1 в присутствии катализатора бромида алюминия и сокатализатора бромоводорода. Объясните механизм этой реакции.
- 9.** Приведите схему технического получения дивинила по способу Лебедева. Укажите условия проведения реакции.
- 10.** Исходным сырьем для получения хлоропренового каучука является ацетилен:



Напишите уравнения реакций получения хлоропренового каучука. Чем отличается каучук от резины?

- 11.** Напишите схему реакции сополимеризации винилфторида и акриловой кислоты.
- 12.** Один из видов бутилкаучуков получают сополимеризацией изобутилена и изопрена (2-3%) в присутствии хлорида алюминия. Составьте примерную схему образования бутилкаучука.
- 13.** Вулканизация каучука связана с взаимодействием серы с молекулами каучука. Приведите схему реакции серы с натуральным и бутадиеновым каучуками.
- 14.** Тефлон - высокоустойчивый полимер; он получается при полимеризации тетрафторэтилена. Составьте схему промышленного получения тефлона.
- 15.** Приведите формулы дипептидов: 1) аланил-глицина, 2) лейцил-аланина, 3) аланил-лейцина, 4) лейцил-валина, 5) глутамил-глицин а
- 16.** Рассмотрите схемы получения следующих дипептидов: 1) глицил-глицина, 2) аланил-глицина, 3) глицил-лейцина.
- 17.** Составьте схемы реакций получения моносахаридов гидролизом:
- а) крахмала; 2) целлюлозы; 3) пентозанов (запись в виде молекулярных формул полисахаридов). В каких условиях осуществляют гидролиз полисахаридов?
- 18.** Приведите перспективные формулы (по Хеуорсу) фрагментов молекул амилозы и амилопектина. Укажите типы связей между остатками D-глюкозы. Отметьте отличие в строении и свойствах амилозы и амилопектина.
- 19.** Какие промежуточные и какой конечный продукты получают при гидролизе крахмала? Приведите схему его гидролиза.

- 20.** Чем отличается гликоген от амилопектина? Какую роль играет он в организме животных и человека?
- 21.** Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы целлюлозы. Укажите типы связей между остатками глюкозы. Какую роль целлюлоза выполняет в растительных объектах. В каких веществах растворяется целлюлоза? Что такое амилоид.
- 22.** Составьте схемы получения моно-, ди- и тринитратов целлюлозы, используя формулу Хеуорса. Что такое коллоксилин и пироксилин. Какое применение находят нитраты целлюлозы.
- 23.** Как получают и где используют ацетаты целлюлозы. Составьте схемы реакций. Чем отличаются моно-, ди- и тринитраты целлюлозы.
- 24.** Приведите схемы реакций исчерпывающего метилирования целлюлозы и последующего кислотного гидролиза. Назовите полученный продукт.
- 25.** Чем отличаются гомополисахариды от гетерополисахаридов? Приведите примеры.
- 26.** Лютеоза, вырабатываемая одним из видов плесневого гриба, представляет собой линейный полимер, построенный из остатков β -D-глюкопиранозы. Глюкозные остатки связаны β -1,6'-гликозидными связями. Нарисуйте фрагмент макромолекулы этого полимера.
- 27.** Фруктаны типа флеана, как и инулин, содержатся в злаковых растениях. Флеан построен из остатков α -D-фруктофуранозы соединенных α -2,6'-гликозидными связями. Напишите перспективную формулу фрагмента молекулы флеана.
- 28.** Компонентами гемицеллюлоз являются галактаны, построенные из β -D-галактопиранозы, остатки которой соединены гликозидными связями типов β -1,3' и β -1,6'. Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы галактана.
- 29.** В составе, растительных камедей содержится поликлюдуронозная кислота. Какую перспективную формулу имеет фрагмент молекулы этого соединения, если оно состоит из остатков β -(1,5)-D-глюкуроновой кислоты, связанных β -1,4'-гликозидными связями?
- 30.** Основу пектиновых веществ составляет пектовая (полигалактуронозная) кислота. Напишите формулу (по Хеуорсу) фраг-

мента молекулы пектовой кислоты, если известно, что она состоит из остатков α -(1,5)-D -галактуроновой кислоты, связанных α -1,4'-гликозидными связями?

Темы рефератов.

1. Карбоцепные полимеры. (Получения, свойства, применение полимеров на основе мономеров винилового ряда (полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полистирол), галогенпроизводных предельных углеводородов, спиртов и их производных, карбоновых кислот и их эфиров, диеновых полимеров, (натуральный каучук, гуттаперча, полиизопрен), полимеров в основную цепь, которых входит ароматическое кольцо. Общие сведения об ионообменных смолах.)
2. Гетероцепные полимеры. (Получения, свойства, применение полимеров, содержащих кислород (простые и сложные полиэферы, полиацетали и т. д.), полимеры, содержащие в основной цепи азот (белки, синтетические полиамиды, полиимиды, полиизоцианаты, полиуретаны). Общие представления о строении нуклеиновых кислот.)
3. Элементорганические полимеры (полисилоксаны, полиалюмоксаны и т. д.).
4. Методы определения молекулярной массы линейных полимеров.
5. Теломеризация
6. «Живые полимеры» в анионной полимеризации.
7. Практические методы осуществления процесса полимеризации (в блоке, в растворе, дисперсии) и поликонденсации (в блоке, в растворе, в эмульсии, на поверхности раздела фаз).
8. Химические превращения полимеров.
9. Деструкция полимеров.
10. Полисахариды, связанные с биологическими мембранами.
11. Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах.
12. Экологические аспекты использования полимерных материалов.

Вопросы для подготовки к зачету по ВМС.

1. ВМС и их значение, связь с биологией.
2. Основные понятия химии ВМС.
3. Основные отличия ВМС от НМС.
4. Полимеризация цепная и ступенчатая
5. Методы инициирования. Термическая, фотохимическая, радиационная полимеризация.
6. Катионная, анионная полимеризация.
7. Способы проведения полимеризации.
8. Сополимеризация. Синтез блоксополимеров. Синтез привитых сополимеров.
9. Поликонденсация. Гомо- и гетерополиконденсация.
10. Зависимость свойств полимеров от строения макромолекулы, ее формы, агрегатного состояния и молекулярной массы.
11. Каучуки. Доказательство строения натурального каучука.
12. Методы получения синтетических каучуков.
13. Вулканизация каучуков. Резина, эбонит .
14. Целлюлоза. Ацетаты целлюлозы.
15. Ксантогенаты целлюлозы. Нитраты целлюлозы. Применение.
16. Гидролиз целлюлозы.
17. Крахмал. Строение.
18. Гидролиз крахмала. Применение крахмала
19. Гликоген.
20. Декстраны.
21. Пектины.
22. Инулин, хитин.
23. Гиалуровая кислота, хондроитинсульфаты.
24. Гепарин.
25. Нуклеиновые кислоты
26. Белки.
27. Экологические аспекты использования полимерных материалов.