

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
Ю.А. Устименко
«17» июля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.15 «Химия полимерных материалов»

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование**
Направленность (профиль): **Биология, Химия**
Форма обучения: очная
Курс – 5
Семестр – 9
Всего зачетных единиц – 2, часов – 72
Форма отчетности: зачет – 9 семестр.

Программу разработала: кандидат химических наук, доцент Т.В.Анисимова

Одобрена на заседании кафедры
«10» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ М.Ю. Гильденков

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.15 «Химия окружающей среды» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (очная форма обучения).

Опирается на имеющиеся у студентов знания общей, неорганической, аналитической химии, экологии; носит научный, общеобразовательный, мировоззренческий и прикладной характер.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-6: Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: предмет и объекты химии полимерных материалов (ХПМ); место ХПМ в ряду других научных дисциплин, её значение в жизни современного общества; основные методы синтеза ХПМ; методы синтеза, свойства и области применения важнейших представителей ХПМ. Уметь: составлять структурные и пространственные формулы полимеров по их названиям; составлять их названия по формулам в соответствии с правилами номенклатуры; предсказывать свойства полимеров, исходя из их строения; распознавать важнейшие из пластмасс и волокон; получать в лабораторных условиях образцы ВМС. Владеть: методами расчетов для проведения химических реакций; методами работы с лабораторным оборудованием.

3. Содержание дисциплины

Тема 1. Общие сведения о высокомолекулярных соединениях.

Высокомолекулярные соединения (ВМС) и аспекты их практического использования. Краткий исторический очерк науки о ВМС.

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономер, структурное звено, средняя молекулярная масса, степень полимеризации, полимергомологи, гомополимеры, сополимеры (статистические, привитые, блоксополимеры).

Разнообразие и особенности ВМС; их отличие от низкомолекулярных соединений. Пространственные формы полимерных молекул. Структурные формы полимерных макромолекул (линейные, разветвлённые, циклические, сшитые полимеры). Изомерия полимеров: структурная (типы соединения «голова-хвост», «голова-голова», «хвост-хвост»), геометрическая (цис-транс-изомерия), стереоизомерная (атактические, изотактические, синдиотактические полимеры).

Классификация ВМС: природные, искусственные и синтетические; гомоцепные и гетероцепные; неорганические, органические и элементоорганические.

Номенклатура полимеров: торговые названия, рациональная и систематическая номенклатура.

Полимерные тела: эластомеры, пластмассы, волокна.

Тема 2. Особенности физических и физико-химических свойств полимеров.

Особые свойства полимеров, обуславливающие сферы их применения.

Связь между строением и физическими свойствами полимеров. Идеальный клубок; реальные цепи. Гибкость цепи. Природа упругости полимеров.

Фазовые состояния полимеров: кристаллическое и аморфное, степень кристалличности. Строение полимерного кристалла. Физические состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее. Термомеханическая кривая.

Пластификация полимеров. Механические свойства полимеров: деформационные свойства, прочностные свойства (ударная прочность, усталостная прочность, долговечно). Электрические свойства полимеров.

Растворы полимеров: термодинамика растворения, коллигативные свойства растворов, определение молекулярных масс полимеров. Свойства растворов полимеров. Набухание. Гели. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Макромолекулы и их поведение в растворах.

Тема 3. Синтез полимерных материалов. Полимеризация.

Методы синтеза ВМС, классификация полимеров по процессам образования.

Цепная полимеризация. Механизм цепной полимеризации, элементарные акты процесса: инициирование, рост цепи, обрыв цепи. Связь между строением мономера и его способностью к полимеризации.

Радикальная полимеризация. Типы мономеров. Методы инициирования. Типы инициаторов. Передача цепи. Регуляторы, замедлители, ингибиторы.

Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Типы катализаторов. Роль сокатализаторов. Типы мономеров. Типы инициаторов. Механизм процесса. Анионная полимеризация. Типы катализаторов. Механизм процесса. «Живые» полимеры. Типы мономеров.

Ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера–Натта. Получение стереорегулярных полимеров.

Методы осуществления полимеризации: в массе (блоке), растворе, эмульсии, суспензии.

Тема 4. Синтез полимерных материалов. Поликонденсация.

Поликонденсация. Основные особенности реакций поликонденсации. Гомо- и гетерополиконденсация; равновесная и неравновесная поликонденсация. Функциональность мономеров, вступающих в реакцию поликонденсации. Влияние условий реакции. Методы осуществления поликонденсации: в расплаве, растворе, на границе раздела фаз, в твёрдой фазе.

Важнейшие представители природных поликонденсационных полимеров. Целлюлоза, крахмал и их производные. Важнейшие представители синтетических поликонденсационных полимеров: фенолформальдегидные смолы, полиамиды, сложные полиэфиры, поликарбонаты, полиуретаны.

Тема 5. Эластомеры.

Эластомеры. Особенности свойств эластомеров (высокоэластическая деформация, вынужденная кристаллизация). Классификация каучуков (натуральный и синтетические; общего и специального назначения).

Строение, свойства и области применения важнейших промышленных синтетических каучуков: бутадиен-стирольный, хлоропреновый, кремнийорганический, бутил-каучук. Производство бутадиен-стирольного каучука (СКС). Производство стереорегулярного изопренового каучука (СКИ).

Переработка каучука в резиновые изделия: состав резиновых смесей, вулканизация каучуков, условия вулканизации каучуков серой.

Тема 6. Пластические массы.

Пластические массы. Композиционные материалы, их компоненты. Строение, свойства и области применения важнейших полимеризационных пластмасс (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, фторсодержащие полимеры), поликонденсационных пластмасс (фенолформальдегидные смолы, амилопласты). Производство полиэтилена, полипропилена, полистирола, фенопластов.

Тема 7. Химические волокна.

Классификация и важнейшие свойства химических волокон. Стадии получения волокон. Способы формования волокон. Строение, свойства и применение искусственных (вискозные, ацетатные, медно-аммиачные) и синтетических (капроновые, лавсановые,

нитрон) волокон. Производство вискозного волокна. Производство капронового и лавсанового волокна.

4. Тематический план

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего (часов)	Аудиторные занятия (часов)		Самостоятельная работа (часов)
			В том числе		
			Лекции	Лабораторные	
1	Общие сведения о ВМС	8	2	2	4
2	Особенности свойств полимеров	8	2	2	4
3	Полимеризация	14	4	4	6
4	Поликонденсация	10	2	4	4
5	Эластомеры	11	3	2	6
6	Пластические массы	11	3	2	6
7	Волокна	10	2	2	6
Всего		72	18	18	36

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Содержание лекций строится в полном соответствии с тематическим планом.

Объем и глубина раскрытия лекционного материала соответствует с содержательной части Программы.

Лабораторные занятия

Тематика лабораторных занятий выстраивается в полном соответствии с тематическим планом.

Лабораторное занятие начинается с проверки выполнения домашнего задания и ответов на возникшие вопросы. Перед выполнением лабораторных опытов студентам дается конкретная инструкция по ТБ, особенностям проведения того или иного опыта.

Завершается занятие оформлением письменного отчета в лабораторном журнале, текущим контролем знаний в форме теста или небольшого письменного задания.

Занятие 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВМС

Литература

1. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения.*
2. Семчиков Ю.Д. и др. *Введение в химию полимеров.*

Задачи и упражнения

1. Составьте схемы полимеризации следующих мономеров (с учётом возможности существования структурных и геометрических изомеров):

а) бутен-2;	в) <i>n</i> -метоксистирол;
б) 4-хлорбутадиен-1,3;	г) этилакрилат.
2. Составьте схемы сополимеризации следующих мономеров (с учётом возможности существования различных типов сополимеров):

а) этилен + пропилен;	в) винилхлорид + винилацетат;
б) этилен + акрилонитрил;	г) стирол + акриловая кислота.
3. Вычислите молекулярную массу политетрафторэтилена, если степень полимеризации равна 3000.

4. Вычислите молекулярную массу полистирола, если степень полимеризации равна 1500.
5. Вычислите молекулярную массу ПВХ, если степень полимеризации равна 1000.
6. Вычислите молекулярную массу полиэтилена, если степень полимеризации равна 3000.
7. Степень полимеризации полиэтилена в зависимости от способа получения полимера может изменяться от 1000 до 60000. Рассчитайте интервал изменения молекулярной массы.
8. Вычислите молекулярную массу полиизопрена, если степень полимеризации равна 2500.
9. Относительная молекулярная масса бутадиенового каучука равна 8000-450000. Определите степень полимеризации.
10. Вычислите относительную молекулярную массу натурального каучука (полимер изопрена), если степень полимеризации 2500.
11. Какова средняя степень полимеризации в образце полипропилена, средняя молярная масса которого равна 250000 г/моль?
12. Какова средняя степень полимеризации в образце поливинилхлорида, средняя молярная масса которого равна 500000 г/моль?
13. Вычислите степень полимеризации полипропилена, если средняя молекулярная масса его образца равна $357 \cdot 10^3$. Составьте схему полимеризации пропилена.
14. При получении вязкого волокна происходит изменение степени полимеризации и молекулярной массы целлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$. Подсчитайте молекулярные массы исходной целлюлозы и вязкого волокна, если степень полимеризации исходной целлюлозы $n \approx 900$, а волокна $n \approx 350$.

Занятие 2. ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ

Литература

1. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения.*
2. Семчиков Ю.Д. и др. *Введение в химию полимеров.*

Лабораторная работа №1. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Опыт 1. Плавление полимеров

Для опыта возьмите кусочки или порошок полиэтилена, обладающего хорошей текучестью, и поместите в железный тигель. Дно тигля покройте слоем песка высотой 0,5 см. Полиэтилена в тигле должно быть столько, чтобы покрыть шарик ртути термометра. Тигель поставьте на асбестовую сетку (этим достигается равномерность его нагревания). Нагревайте тигель на пламени спиртовки. Запишите наблюдения, сделайте вывод.

Опыт 2. Растворимость полимеров

Растворы высокомолекулярных соединений представляют собой вязкую жидкость. Причем процесс растворения протекает медленно, проходит через стадию набухания, в ходе которого молекулы низкомолекулярной жидкости проникают в межмолекулярные пространства высокомолекулярного вещества, ослабляя силы межмолекулярного взаимодействия.

Возьмите кусочки изделий из поливинилхлорида, полистирола (пленка, опилки), фенолформальдегидной пластмассы, каучука и резины и отдельно поместите их в пробирки с растворителями: бензолом, ацетоном, дихлорэтаном. Запишите наблюдения.

Опыт 3. Электрические свойства полимеров

К электродам прибора для определения электропроводности веществ поочередно поднесите изделия из различных пластмасс (поливинилхлорид, полистирол, полиэтилен, полиметилметакрилат и т.д.), каучук, резину. Запишите

наблюдения, сделайте вывод.

Опыт 4. Механическая прочность полимерных материалов

Для опыта можно использовать: полиэтилен, поливинилхлорид (трубка, кожа, винипласт), фенолформальдегидные пластмассы, резину, капроновые нити и т.д. Кусочки образцов испытайте на удар, разлом; запишите наблюдения.

Задачи

1. Полимер массой 2 г поместили в склянку с бензином. Через 20 мин полимер вынули из склянки и взвесили, масса стала 2,5 г. Рассчитайте степень набухания.
2. При набухании 200 г каучука поглотилось 964 мл хлороформа (плотность 1,9 г/мл). Рассчитайте степень набухания каучука и состав полученного студня (в массовых долях).
3. При набухании образца резины массой 50 г поглотилось 15 мл бензола (плотность 0,89 г/мл). Рассчитайте степень набухания резины.
4. Степень набухания полиамидного волокна *капрон* в воде составляет 10-12%. Как изменится при этом масса образца полимера от первоначального значения 75 г?
5. Степень набухания полиакрилонитрильного волокна в воде составляет 2%. Как изменится при этом масса образца полимера от первоначального значения 425 г?
6. Природные полимеры *каррагинаны* относятся к полисахаридам (представляют собой неразветвленные сульфатированные гетерогликаны) и содержатся в красных морских водорослях, широко используются в пищевых технологиях как загустители и гелеобразователи. Так, например, одна из разновидностей каррагинанов образует гели с молоком при концентрациях 0,02-0,2%. Какая масса каррагинана необходима для производства 100 г молочного десерта?
7. Для изготовления пленки на основе полиметилакриламида 100 г полимера (степень полимеризации 200000) растворили в 500 мл этилацетата (плотность 0,9 г/мл). Рассчитайте массовую долю и молярную концентрацию полимера в растворе.
8. Для получения пленки необходимо приготовить раствор поливинилацетата в метаноле. Какие массу полимера и объем растворителя следует взять для приготовления 10 кг 35%-го раствора? Плотность метанола 0,79 г/мл.
9. Для получения загустителя на основе полиэтиленоксида 150 г полимера со средней молекулярной массой 500000 растворили в 5 л воды. Рассчитайте степень полимеризации полимера, массовую и молярную концентрации раствора.
10. Полиакрилонитрильные волокна производят формованием из раствора полимера в диметилформамиде (плотность 0,94 г/мл). Какой объем растворителя необходим для получения 20%-го раствора из 1 кг полимера?
11. Для интенсификации очистки воды коагулированием применяют флокулянты. Чтобы очистить 1000 м³ воды с содержанием взвешенных частиц 0,05% необходимо ввести 75 г полиакриламида (средняя молекулярная масса 1 млн), с этой целью использовали 5%-ный раствор полимера в воде. Рассчитайте массу раствора коагулянта и степень полимеризации полиакриламида.
12. При формовании волокна мокрым способом используют 15%-ый раствор поливинилового спирта (степень полимеризации 3000) в воде. Рассчитайте молярную концентрацию полимера в растворе.

Занятия 3-4. ПОЛУЧЕНИЕ ВМС ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ

Теоретические вопросы

Литература

1. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения.*
2. Семчиков Ю.Д. и др. *Введение в химию полимеров.*
3. Анисимова Т.В. *Общие закономерности процессов полимеризации / В помощь учителю химии. Вып. 6.*

Задачи и упражнения

1. Разберите механизм радикальной полимеризации бутена-1.
2. Разберите механизм радикальной полимеризации стирола в присутствии динитрила азоизомаасляной кислоты.
3. Разберите механизм радикальной полимеризации метилметакрилата в присутствии перекиси бензоила.
4. Приведите первые 4 ступени в протекании цепной радикальной реакции полимеризации: а) хлоропрена в присутствии персульфата калия; б) сополимеризации бутадиена-1,3 с акрилонитрилом в присутствии гидроперекиси изопрропилбензола.
5. Разберите механизм катионной полимеризации на примере пропилена.
6. Разберите механизм катионной полимеризации изобутилена в присутствии фторида бора и воды в качестве сокатализатора.
7. Разберите механизм катионной полимеризации метилвинилового эфира в присутствии хлорной кислоты.
8. Разберите механизм анионной полимеризации на примере акриловой кислоты.
9. Разберите механизм анионной полимеризации метакриловой кислоты в присутствии бутиллития.
10. Разберите механизм анионной полимеризации акрилонитрила в присутствии амида натрия.
11. Разберите механизм ионно-координационной полимеризации на примере изопрена.
12. Составьте схему радикальной полимеризации пропилена с участием перекиси ацетила.
13. Составьте схему радикальной полимеризации бутена-1 с участием перекиси бензоила.
14. Составьте схему полимеризации бутена-1 в присутствии катализатора бромида алюминия и сокатализатора бромоводорода.
15. Этилен под давлением 150-300 МПа и нагревании до 180-200°C в присутствии незначительных количеств кислорода полимеризуется. Составьте схемы протекающих реакций.
16. Полиэтилен при нормальном давлении можно получить при полимеризации с участием в качестве катализатор триэтилалюминия. Последний получают при взаимодействии тонкого порошка алюминия с этиленом и водородом в среде высококипящего углеводорода. Составьте уравнение реакции образования триэтилалюминия.
17. Тетраметилэтилен полимеризуется с большим трудом вследствие экранирования двойной связи метильными группами: только при давлении 2700 МПа и температуре 300°C получается олигомер, содержащий в среднем 5 структурных звеньев. Составьте уравнения реакций.
18. Для производства ПВХ суспензионным способом использованы следующие вещества (в массовых долях): винилхлорид 100, вода 150, другие компоненты 2. Рассчитайте массовую долю полимера в латексе, если конверсия составила 85%, а в автоклав загружено 24 т сырьевых компонентов.
19. В качестве инициатора полимеризации винилхлорида эмульсионным способом используется 1,25%-ый водный раствор персульфата калия в количестве 1,5% от массы мономера. Рассчитайте массу персульфата калия, введенного в полимеризатор, производительность которого 625 кг/ч (в расчете на полимер). Продолжительность процесса 20 ч, а конверсия винилхлорида 92% (по массе).
20. Рецепт эмульсионной периодической полимеризации винилхлорида следующий: водная фаза 3,7 м³, винилхлорид 4,2 м³ (плотность 969,2 кг/м³), инициатор (40%-ый раствор пероксида водорода) 18 кг, эмульгатор 182 кг. Вычислите выход полимера, если через 20 ч полимеризации и удаления незаполимеризовавшегося винилхлорида на коагуляцию подано 7767,1 кг латекса.

Занятие 5-6. ПОЛУЧЕНИЕ ВМС ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ

Литература

1. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения.*
2. Семчиков Ю.Д. и др. *Введение в химию полимеров.*
3. Анисимова Т.В. *Общие закономерности процессов поликонденсации // Совершенствование преподавания химии в школе и вузе. Вып. 1.*

Лабораторная работа №2

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ ПОЛИКОНДЕНСАЦИЕЙ

Опыт 1. Получение резольной смолы

Реактивы: фенол, моли - 1; формальдегид (40% р-р), моли - 1,25; NH_4OH 25%, % от массы фенола - 1,5.

Оборудование: круглодонная колба с обратным холодильником, водяная баня.

Ход работы

В круглодонную колбу с обратным холодильником поместите 20 г фенола и расчётное количество формалина. Перемешивайте до растворения фенола. Добавьте в раствор катализатор – раствор NH_4OH и постепенно нагревайте реакционную смесь на водяной бане до 90 – 95 °С. Выдержите при этой температуре 30 – 45 мин до расслоения, после чего охладите до комнатной температуры, слейте верхний слой. Остаток вылейте в фарфоровую чашку и высушите в вакуумном шкафу до постоянной массы.

Опыт 2. Получение новолачной смолы

Реактивы: фенол, моли - 1,14; формальдегид (40% р-р), моли - 1; H_2SO_4 1н, мл - 0,45.

Оборудование: круглодонная колба с обратным холодильником, водяная баня.

Ход работы

В колбу с обратным холодильником поместите 20 г фенола и расчётное количество формалина. После полного растворения фенола колбу поместите в баню с холодной водой и постепенно при перемешивании добавьте 0,45 мл 1н серной кислоты. Водяную баню медленно нагрейте до кипения. Тщательно следите за возможностью выброса реакционной смеси из колбы. Выдержите колбу в кипящей бане до резкого расслоения реакционной массы. После этого охладите содержимое колбы, слейте верхний слой, смолу вылейте в фарфоровую чашку и высушите в вакуумном шкафу при 60–70 °С.

Задачи и упражнения

1. Составьте уравнения поликонденсации дихлорсилана.
2. Составьте уравнения сополиконденсации фенола и дихлорангидрида терефталевой кислоты.
3. Составьте уравнения сополиконденсации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты.
4. Составьте уравнения сополиконденсации гексаметилендиамина и дихлорангидрида адипиновой кислоты.
5. Составьте уравнения сополиконденсации *n*-дихлорбензола и полисульфида натрия.
6. Составьте уравнения поликонденсации диметилсиландиола.
7. Составьте уравнения сополиконденсации бутандиола-1,4 и бутандиовой кислоты.
8. Составьте уравнения сополиконденсации глицерина и терефталевой кислоты.
9. Составьте уравнения поликонденсации, приводящей к получению полиамида-6,6.
10. Составьте уравнения сополиконденсации, приводящей к получению полиамида-6,10.
11. Составьте в общем виде уравнения получения полимера из диола и диизоцианата.
12. Составьте уравнения поликонденсации, приводящей к получению резольной смолы.

13. Составьте уравнения поликонденсации, приводящей к получению новолачной смолы.
14. Определите степень поликонденсации ПЭТФ с молекулярной массой 19000.
15. Какую массу формалина с массовой долей формальдегида 40% и раствора аммиака с массовой долей 25% следует загрузить в реактор для получения фенолформальдегидной смолы, если масса фенола 188 кг, а молярное соотношение фенол : формальдегид : аммиак составляет 1 : 1 : 0,13?
16. Какая масса ϵ -аминокапроновой кислоты была взята для получения капрона, если в результате реакции выделилась вода массой 72 кг?
17. Волокно *анид* получают поликонденсацией гексаметилендиамина и адипиновой кислоты. Составьте уравнение реакции. Какая масса этих веществ расходуется для получения поликонденсата массой 5 т, если потери составляют 5%?
18. Волокно *лавсан* получают реакцией поликонденсации этиленгликоля с метиловым эфиром терефталевой кислоты. Какую массу полимера можно получить из этиленгликоля массой 800 т, если выход составляет 89% от теоретического?

Занятие 7. ЭЛАСТОМЕРЫ

Литература

1. Соколов Р.С. *Химическая технология.*
2. Анисимова Т.В. *Синтетические каучуки / В помощь учителю химии. Вып. 2.*

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАУЧУКОВ И РЕЗИНЫ

Оборудование: спиртовка, тигельные щипцы, ложечка для сжигания, штатив с пробирками, асбестированная сетка, песчаная баня, пробирки с газоотводными трубками, химические стаканы на 100 мл, штатив с лапками, стеклянная воронка, мерные пробирки.

Реактивы: серная кислота конц. и разбавленная (1:5), азотная кислота конц. (плотность 1,4); соляная кислота конц., растворы гидроксида натрия (20% и 8%), раствор ацетата или нитрата свинца, раствор перманганата калия, бромная вода (невысокой концентрации), твердый гидроксид натрия; бензин, бензол, машинное масло, этанол.

Ход работы

Опыт 1. Характер горения

С помощью тигельных щипцов внесите кусочки каучуков и резин в пламя спиртовки. Образец силиконового каучука поместите в ложечку для сжигания и внесите в пламя спиртовки. Отметьте наблюдения: размягчается ли материал, отделяются ли от него капли; каков цвет пламени, коптит ли оно; какова структура остатка.

Опыт 2. Отношение к химическим реагентам

Кусочки (полоски) каучуков и резин поместите в пробирки с растворами кислот и щелочей. Через сутки образцы достаньте, промойте водой, испытайте на растяжение. Результаты занесите в таблицу.

Опыт 3. Отношение к органическим растворителям

Кусочки (полоски) каучуков и резин поместите в пробирки с 1-1,5 мл растворителей. Через сутки достаньте, промойте водой и испытайте на растяжение. Результаты занесите в таблицу.

Тип каучука или резины	Действие кислот и щелочей						Действие орг.растворителей			
	H ₂ SO ₄ , конц.	H ₂ SO ₄ 1:5	HNO ₃ , конц.	HCl, конц.	NaOH, 20%	NaOH, 8%	Бен-зин	Бен-зол	Маш. масло	Эта-нол

Опыт 4. Отношение к бромной воде

В пробирки поместите мелкие кусочки каучуков и резин, прилейте по 1 мл бромной воды. Энергично взболтайте. Результаты внесите в таблицу.

Опыт 5. Разложение каучуков и резины

В пробирку с газоотводной трубкой поместите кусочек каучука или резины, закрепите в лапке штатива, нагрейте пламенем спиртовки. Образующиеся парообразные продукты разложения поочередно пропускайте в пробирки с растворами перманганата калия и бромной воды. Сравните с контрольными растворами. Результаты внесите в таблицу.

Опыт 6. Открытие сажи

Опыт выполняют в вытяжном шкафу!

0,2 г мелко нарезанной резины поместите в стакан, прилейте 10 мл концентрированной азотной кислоты, нагрейте на асбестированной сетке до тех пор, пока жидкость не перестанет пениться. Черный цвет жидкости указывает на присутствие сажи. Результаты занесите в таблицу.

Тип каучука или резин	Действие на бромную воду при комн. темп.	Действие продуктов разложения на		Наличие сажи
		KMnO ₄	бромную воду	

Задачи и упражнения

- Первый синтетический каучук в лаборатории был получен И.Л.Кондаковым в 1888 г. из диметилбутадиена, но промышленного применения не получил. Составьте схему полимеризации 2,3-диметилбутадиена-1,3, озонирования полученного полимера, разложения образовавшегося озонида водой.
- Первый в мире завод синтетического каучука был пущен в Ярославле в 1932 г. на основе способа, разработанного С.В.Лебедевым. Каучук по этому способу получали из дивинила в присутствии катализатора – металлического натрия. Составьте схему реакции полимеризации и проекционные формулы фрагментов молекул *цис*- и *транс*-полибутадиена.
- Французский ученый Г.Бушард доказал, что отдельные звенья натурального каучука состоят из остатков изопрена. Составьте схему реакции полимеризации изопрена, проекционные формулы фрагментов молекул натурального каучука (*цис*-полиизопрен) и гуттаперчи (*транс*-полиизопрен).
- Исходным сырьем для получения хлоропренового каучука является ацетилен. Реакция идет по схеме: *ацетилен* → *винилацетилен* → *хлоропрен* → *полимер хлоропрена*. Составьте уравнения реакций, укажите условия их проведения.
- Осуществите превращения:
а) метан → СКБ; б) газы крекинга нефти → хлоропреновый каучук.
- Для оценки соотношения стирольных и бутадиеновых звеньев в бутадиен-стирольном каучуке можно использовать титрование бромом. Определить соотношение бутадиеновых и стирольных звеньев в образце каучука, 0,284 г которого присоединяет бром массой 0,173 г.
- Природный газ используется для производства стереорегулярного дивинилового каучука. Какой объем газа (0,95 объемной доли метана) необходим для получения 10 т такого каучука?
- Составьте схемы получения некоторых синтетических каучуков специального назначения: а) маслостойкого бутадиеннитрильного (СКН); б) устойчивого к старению и химическим воздействиям бутилкаучука; в) фторкаучука СКФ, превосходящего все другие каучуки по масло-, износо- и теплостойкости (сополимер бутадиена-1,3 и 1,1,4,4-тетрафторбутадиена-1,3).
- Латекс гевеи бразильской содержит (масс. доли): каучука 34; белков и углеводов 4,5; воды и других компонентов 61,5. Перед коагуляцией его разбавляют водой (1:1).

- Рассчитайте массу сырого товарного каучука с содержанием 92% основного вещества, который может быть теоретически получен из 50 т раствора латекса.
10. Рассчитайте расход хлорида натрия и 98%-ой серной кислоты на 1 т каучука, который выделяется при коагуляции латекса СКС-30, если содержание полимера в нем 60% (по массе). Коагуляцию проводят насыщенным раствором хлорида натрия и 5%-ым раствором серной кислоты, а лабораторный анализ показал, что на 10 г латекса требуется 2,69 г хлорида натрия и 5,38 мл 5%-го раствора серной кислоты.
 11. Составьте схему вулканизации этилен-пропиленового каучука в присутствии пероксида.
 12. Составьте схему вулканизации бутадиенового каучука серой.
 13. При перекисной вулканизации этиленпропиленовых и кремнийорганических каучуков на 100 масс. долей каучука берут 3 масс. доли перекиси бензоила. Сколько массовых долей гидроперекиси изопропилбензола надо взять для вулканизации 106 масс. долей каучука вместо перекиси бензоила, чтобы вызвать такой же эффект сшивания?
 14. Определите коэффициент вулканизации мягкой резины, если образец вулканизата массой 250 г содержит 3 г связанной серы, а содержание каучука в вулканизате 60% (по массе).

Занятие 8. ВАЖНЕЙШИЕ ПЛАСТМАССЫ

Литература

1. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения.*
2. Соколов Р.С. *Химическая технология.*
3. Анисимова Т.В. *Пластические массы / В помощь учителю химии. Вып. 4.*

Лабораторная работа. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТМАСС

Оборудование и материалы: образцы полимеров; H_2SO_4 конц.; HNO_3 конц.; 10% раствор щёлочи; бромная вода; раствор KMnO_4 ; AgNO_3 раствор; бензол, ацетон, дихлорэтан; пробки с газоотводными трубками, пробирки, спиртовки, асбестовые сетки; тигельные щипцы, чашки с песком; медная пластина; стеклянные палочки.

Опыт 1. Исследование свойств полиэтилена

а) Внешний вид и прочность полиэтилена. Рассмотрите выданные образцы, обратите внимание на цвет, запах, прозрачность, прочность (испытайте на разрыв, удар). Запишите наблюдения.

б) Отношение к кислотам и щелочам. Образцы поместите в три пробирки и прилейте в первую серную кислоту, вторую – азотную, третью – раствор щёлочи. Запишите наблюдения.

в) Горение полиэтилена. Тигельными щипцами внесите кусочек материала в пламя горелки; когда он загорится, горелку отставляют. Горящий полиэтилен держат над чашкой с песком. Отметьте, с какой скоростью загорается полиэтилен; каков цвет и характер пламени; запах; продолжается ли горение образца после вынесения его из пламени.

г) Разложение полиэтилена. Гранулами полиэтилена приблизительно на треть заполните пробирку, закройте её пробкой с газоотводной трубкой и нагрейте. Раствор перманганата калия разлейте на две пробирки, одна служит для контроля, во вторую направьте газообразные продукты разложения. Отметьте происходящие изменения. Аналогичным путем исследуйте взаимодействие продуктов разложения с бромной водой. Запишите схемы протекающих реакций.

Опыт 2. Исследование свойств полипропилена

а) Внешний вид. Прочность. Рассмотрите кусочки изделий из полипропилена, обратите внимание на цвет, запах и сравните его с полиэтиленом.

б) Отношение к кислотам и щелочам. Опыт проводят также как с полиэтиленом.

в) Горение полипропилена. Опыт проводят также как с полиэтиленом.

Опыт 3. Исследование свойств поливинилхлорида

а) Внешний вид. Прочность. Рассмотрите образцы: кусочки изоляционных трубок, отделочных плёнок, искусственной кожи, винипласта. Испытайте их на разрыв и ломкость. Изделия из ПВХ с пластификатором – *пластикат* – эластичны, механически прочны и могут иметь различную окраску. Изделия из ПВХ без пластификатора – *винипласт* – механически прочны, жёстки.

б) Характер горения. Кусочек материала внесите в пламя и обратите внимание на характер его горения. Вынесите образец из пламени. Продолжается ли его горение?

в) Термическое разложение. Заполните пробирку приблизительно на треть кусочками ПВХ, нагрейте её на спиртовке. ПВХ при нагревании быстро разлагается, в продуктах разложения содержатся хлороводород, непредельные соединения. Газообразные продукты разложения ПВХ исследуют следующими способами:

– к отверстию пробирки поднесите универсальную индикаторную бумагу, отметьте изменения;

– пробирке с ПВХ присоедините газоотводную трубку, её конец погрузите в раствор нитрата серебра. Пробирку нагрейте и наблюдайте за изменениями;

– продукты разложения ПВХ пропускайте в течение нескольких минут в 2–3 мл воды, затем смочите этим раствором предварительно прокалённую медную пластину и внесите её в пламя. Отметьте окраску пламени.

Составьте схему термического разложения ПВХ.

Опыт 4. Исследование свойств полистирола

а) Внешний вид. Прочность. Рассмотрите образцы, испытайте их на ломкость. Запишите наблюдения.

б) Отношение к нагреванию. В стакан с кипящей водой погрузите на $\frac{3}{4}$ величины тонкую пластинку или стержень из полистирола. Отметьте наблюдаемые изменения.

в) Действие растворителей. Мелкие кусочки полистирола (опилки) поместите в отдельные пробирки с бензолом, ацетоном и дихлорэтаном. Запишите наблюдения.

г) Горение. Внесите тигельными щипцами в пламя кусочек полистирола. Обратите внимание на характер горения и запах продуктов разложения, продолжается ли горение образца после вынесения его из пламени.

д) Деполимеризация стирола. В пробирку поместите более чем на $\frac{1}{5}$ её объёма кусочки полистирола, к отверстию пробирки присоедините газоотводную трубку с пробкой. Приёмником служит другая пробирка, помещённая в холодную воду и прикрытая сверху ватой. Для стекания жидкости пробирку с полистиролом укрепляют в штативе наклонно (отверстие должно быть ниже). Отверстие для трубки в резиновой пробке должно быть не в центре, а ближе к краю. После нагревания пробирки в приёмник собирается бесцветная или желтоватая жидкость с запахом цветущих гиацинтов.

Опыт 5. Исследование свойств полиметилметакрилата

а) Внешний вид. Прочность. Рассмотрите выданные образцы (органическое стекло), испытайте их на излом. Опишите их внешний вид.

б) Действие растворителей. Кусочки ПММА (лучше опилки или стружки) поместите в отдельные пробирки с бензолом, ацетоном, дихлорэтаном. Отметьте происходящие изменения.

в) Характер горения. Тигельными щипцами внесите кусочек ПММА в пламя и обратите внимание на характер горения и запах продуктов разложения, а также на горение вне пламени.

г) Деполимеризация ПММА. Опыт проводят также как в случае полистирола. Чтобы предотвратить осмоление, пробирку не следует слишком сильно нагревать.

Результаты всей лабораторной работы занесите в таблицу.

Полимер	Внешний вид	Характеристики горения	Термическая	Химическая стойкость

		Горю- честь	Окраска пламени	Запах продуктов горения		К кислотам	К щелочам	Растворимость

Задачи и упражнения

1. Рассчитайте степень поликонденсации новолачной фенолформальдегидной смолы, если средняя молекулярная масса образца равна 648.
2. Какая получается смола: резольная или новолачная, если для поликонденсации израсходовано 15 кг фенола и 7,5 л формалина с содержанием формальдегида 40г/100 мл?
3. Рассчитайте теоретические расходные коэффициенты сырья при производстве 1 т новолачной смолы, если фенол берут 97-ой чистоты, а формалин содержит (по массе) 37% формальдегида. Формулу смолы принять $H(-C_6H_3(OH)-CH_2-)_n C_6H_4OH$, где $n=5$.
4. Клей БФ-5, представляющий собой спиртовой раствор резольной фенолформальдегидной смолы и поливинилбутираля, применяется в качестве связующего в производстве стеклотекстолита. Рассчитайте массы компонентов для получения 500 кг клея состава (в масс. долях) поливинилбутираль 26; фенолформальдегидная смола 7; этанол 240 (плотность 800 кг/м³).
5. Производительность агрегата для производства ПЭНД с участием катализатора Циглера (триэтилалюминий и тетрахлорид титана) 20 тыс.т в год. Рассчитайте вместимость основного аппарата для проведения ионной полимеризации этилена, если полимеризатор работает 348 дней в году. Съём полимера с 1 м³ полимеризатора 50 кг/м³ в час.
6. Трубчатый реактор большой единичной мощности для получения ПЭВД имеет общую длину труб 1500 м при их среднем диаметре 0,05м. Рассчитайте количества веществ этилена и кислорода, находящихся в реакторе, если в данный момент давление в нем 245 МПа, а температура 493К. Концентрация кислорода 0,004% (по объему). Определите количество этилена, вступившего в полимеризацию в одном цикле, если конверсия этилена за цикл составляет 0,18 масс. долей.
7. Определите объемы этилена и кислорода (н.у.), необходимые для обеспечения непрерывной работы в течение 20 дней потока по производству ПЭВД мощностью 50 тыс.т полимера в год. Суммарная степень конверсии этилена 0,96, а концентрация кислорода 0,005% (от объема мономера).
8. При производстве ПЭНД для разрушения остатков каталитического комплекса используется метанол, с которым он образует растворимые продукты, удаляемые при промывке полимера водой. Рассчитайте объем метанола, необходимый для этих целей, если для полимеризации использовали 20 т 1%-ой бензиновой суспензии катализатора Циглера (триэтилалюминий и тетрахлорид титана 1:1 по молям). Реакция протекает по схеме: $Al(C_2H_5)_3 + 3ROH = Al(OR)_3 + 3C_2H_5OH$; $TiCl_4 + 4ROH = Ti(OR)_4 + 4HCl$. Остаток каталитического комплекса в полимере после удаления из него бензина составил 40% от массы его загрузки, а соотношение компонентов в нем не изменилась. Плотность метанола 800 кг/м³.
9. Рассчитайте массу суспензионного ПВХ и стабилизатора (стеарат калия) для получения 1500 м пленочного винипласта, используемого в качестве электроизоляционного материала. Ширина пленки 0,8 м. толщина 0,8 мм, плотность 1400 кг/м³. Потери полимера при изготовлении пленки составляют 3%. Массовая доля стабилизатора в пленке 4%.
10. Для реконструкции кислотопровода завод израсходовал 1550 кг винипластовых труб. Определите массу ПВХ, необходимого для изготовления труб методом экструзии, если состав пластмассы следующий (масс. доли): ПВХ 100; меланина 2;

трансформаторного масла 2; стеарина 1. Потери при экструзии 2%. Плотность винипласта 1400 кг/м³.

11. Рассчитайте массы компонентов, необходимые для производства 31 т кабельного пластика, если состав материала следующий (в масс. долях): ПВХ 100; пластификатора (диоктилфталат) 45; стабилизатора (стеарат свинца) 8; наполнителя (каолин) 2. Потери при производстве пластика 3%.

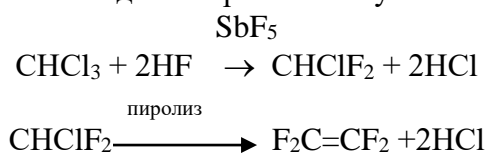
12. При составлении рецептуры пленочного ПВХ исходят из того, что 1 моль пластификатора должен приходиться на 15 мономерных звеньев ПВХ. Рассчитайте теоретические массы полимера и диоктилфталата (пластификатор), необходимые для получения 20 т пластика. Средняя молекулярная масса исходного ПВХ 18750.

13. Определите съём полимера с 1 м³ колонны непрерывной полимеризации стирола в блоке, если в неё поступает сироп из двух реакторов предварительной полимеризации со скоростью 40 и 39 кг/ч. Полимер на выходе из колонны содержит 0,05 масс. долей мономера. Размеры колонны: диаметр 0,7 м, высота 7 м.

14. Какую поверхность можно облицевать декоративной плиткой из полистирола, если для её изготовления использована масса, содержащая 1,5 т полистирола и 20% (от массы полимера) наполнителя и красителя? Потери при производстве плиток составили 4%, размер плитки 0,15x0,15 м, масса одной плитки 45 г.

15. Рассчитайте массы метилметакрилата, пластификатора (дибутилфталата) и инициатора для получения 250 блоков ПММА, если в стеклянные формы размером 1,2x1,8x0,005 м заливается метакрилат, содержащий 0,5% инициатора и 4% пластификатора (от массы мономера). Плотность метилметакрилата 924 кг/м³.

16. Тетрафторэтилен служит мономером для синтеза фторопласта-4, используемого в радио- и электротехнике в качестве диэлектриков. Получают его по схеме:



17. Какую массу тетрафторэтилена можно получить из хлороформа объёмом 300 м³ (плотность 1,489), если массовая доля примесей в нём 7%, а выход тетрафторэтилена составляет 98%?

18. Для производства кабельного пластика используют следующие компоненты (в весовых частях): ПВХ – 100; диоктилфталат – 45; стеарат свинца – 8; каолин – 2. Составьте формулы веществ. С какой целью их вводят в материал. Рассчитайте массы компонентов, необходимых для получения 93 т пластика, если потери в производстве составляют 3%.

19. Клей К-17 используется для наклеивания древесного шпона, линолеума, склеивания деревянных конструкций. В его состав входят (в масс. частях): мочевиноформальдегидная смола МФ-17 – 100; древесная мука – 5; 9%-ный раствор щавелевой кислоты – 16. Какая масса мочевины и формальдегида расходуется на получение соответствующей массы смолы?

Занятие 9. ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Литература

1. Соколов Р.С. Химическая технология

2. Анисимова Т.В. Химические волокна / В помощь учителю химии. Выпуск 3.

Лабораторная работа ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Оборудование и материалы: образцы волокон и тканей; H₂SO₄ конц.; HNO₃ конц.; 10% раствор щёлочи; бензол, ацетон, дихлорэтан; асбестовые сетки; тигельные щипцы, чашки с песком; стеклянные палочки.

Ход работы

а) *Горение.* Волокнистые материалы распознают путём сжигания. Пучок волокна тигельными щипцами внесите в пламя горелки. Как только пучок загорится, вынесите его из пламени и внимательно рассмотрите.

Сжигание необходимо проводить несколько раз. При этом отмечают:

- с какой скоростью происходит горение;
- запах продуктов разложения;
- характер остатка после сгорания.

б) *Действие минеральных кислот.* Узкие полоски тканей (0,5x4см) поместите в пробирки с концентрированной азотной и серной кислотами. Отметьте наблюдения.

в) Действие растворов щелочей. Полоски тканей поместите в пробирки и прилейте 10% раствор гидроксида натрия. Отметьте наблюдения.

г) *Действие органических растворителей.* Образцы тканей поместите в отдельные пробирки с ацетоном, бензолом. Отметьте наблюдения.

Наблюдения занесите в таблицу.

Полимер	Внешний вид, прочность	Характеристики горения			Термическая стойкость	Химическая стойкость		Растворимость
		Горючесть	Окраска пламени	Запах продуктов горения		К кислотам	К щелочам	

Задачи и упражнения

1. Волокно *нитрон* ближе других синтетических волокон приближается по свойствам к натуральной шерсти. Материал для этого волокна получают полимеризацией акрилонитрила. В свою очередь акрилонитрил получают из ацетилена и синильной кислоты. Составьте уравнения реакций получения акрилонитрила и его полимеризации.
2. Волокно *виньон* используют для изготовления рыболовных сетей, электроизоляции и др. Его получают сополимеризацией хлорвинила с винилацетатом. Составьте уравнения реакций получения винилхлорида и винилацетата, исходя из ацетилена, уксусной кислоты и хлороводорода, и схему реакции сополимеризации хлорвинила с винилацетатом.
3. При непрерывной мерсеризации целлюлозы в бак-мерсеризатор объемом 22 м³ поступает пульпа, содержащая 0,05 масс. долей α-целлюлозы. Рассчитайте суточную производительность бака по целлюлозе, если коэффициент его заполнения 0,8, продолжительность мерсеризации 50 мин, плотность пульпы 1100 кг/м³.
4. В осадительной ванне при формовании волокна происходит коагуляция вискозы и регенерация ксантогената в кислой среде. Рассчитайте массу реактивов и воды для приготовления 1 м³ осадительной ванны с плотностью 1290 кг/м³. В состав осадительной ванны входят следующие компоненты (кг/м³): раствор 92%-ой серной кислоты 150; сульфат цинка 20; сульфат натрия 270. Технический цинковый купорос содержит 0,55 масс. доли безводного сульфата цинка, а 1 кг технического сульфата натрия 0,95 кг безводного Na₂SO₄.
5. Вискоза, поступающая в осадительную ванну, содержит (масс. доли): α-целлюлозы 8%, гидроксида натрия 7%, воды 83%. Какая масса 100%-ой серной кислоты потребуется для нейтрализации щелочи, содержащейся в вискозе, необходимой для выработки 5 кг волокна? По расчетам на 1 кг волокна расходуется 0,98 кг абсолютно сухой целлюлозы, содержащей 92% α-целлюлозы (по массе).
6. Определите объемный расход сероуглерода (плотность 1260 кг/м³) для ксантогенирования 800 кг щелочной целлюлозы, содержащей 0,28 масс. долей α-целлюлозы. Для получения ксантогената заданного состава требуется ввести 36% сероуглерода от массы α-целлюлозы.

7. В качестве регулятора молекулярной массы поликапроамида используют уксусную кислоту. Рассчитайте расход технической (99%-ой) кислоты на 1 кг поликапроамида, если в реакцию вступает 65% её масс. долей, а на 1 моль полимера расходуется 1 моль кислоты. Молекулярная масса поликапроамида 22000.

8. Определите расходный коэффициент капролактама в производстве текстильной капроновой нити, если в сутки выпускается 7000 кг нити, содержащей 4% влаги и 6% замасливателя (по массе). Безвозвратные потери производства равны 17%.

9. Рассчитайте число автоклавов полимеризации капролактама, производительностью 3000 кг/сут каждый, для цеха, выпускающего 8000 кг текстильной капроновой нити в сутки. Норма расхода полимера на 1 кг волокна составляет 1,11 кг.

10. Определите расход диметилтерефталата для производства 1 кг волокна лавсан, если изменение массы волокна за счет увлажнения, замасливания и добавок составило 2%, а технологические потери 5%. Рассчитайте массу выделившегося в этом случае метанола.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для *текущей* аттестации

Итогом изучения каждой темы является письменный опрос.

Критерии оценивания:

«Отлично» - ответ правильный на 90-100%;

«Хорошо» - ответ верный на 80-90%;

«Удовлетворительно» - ответ верный на 60-80%;

«Неудовлетворительно» - задания выполнены менее чем на 60%.

Примеры заданий текущего контроля

Основные понятия ВМС

<i>№</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Вариант ответа</i>
1	Неорганическая кислота, которая имеет полимерное строение, называется...	1) Угольной 2) Бензойной 3) Кремниевой 4) Сероводородной
2	Представителем гетероцепных ВМС является...	1) Поликарбонат 2) Поливинилацетат 3) Поливинилхлорид 4) Полистирол
3	К природным ВМС <i>не</i> относятся...	1) Амилопектины 2) Полисахариды 3) Нуклеиновые кислоты 4) Поликарбонаты
4	Искусственным органическим полимером является ...	1) полиэтилен 2) полистирол 3) крахмал 4) нитроцеллюлоза
5	Олигомеры от полимеров отличаются ...	1) конфигурацией молекул 2) меньшей молекулярной массой 3) природой мономера 4) характером связей
6	Стереорегулярными являются макромолекулы	1) натурального каучука 2) поливинилхлорида 3) полиэтилена 4) полистирола

7	Полимер, которому соответствует формула $(-CF_2-CF_2-)_n$, называется ...	1) Дифторметан 2) Политетрафторэтилен 3) Дифторэтан 4) Тетрафторметан
8	Мономером природного полимера каучука является углеводород, общая формула которого...	1) C_nH_{2n+2} 2) C_nH_{2n} 3) C_nH_{2n-2} 4) C_nH_{2n-6}

Полимеризация

1. Что такое *полимеризация*? Какие процессы называют *радикальной, катионной, анионной полимеризацией*?
2. Рассмотрите механизм анионной полимеризации изобутилена в присутствии бутиллития. Как можно получить *живые полимеры*?

Эластомеры

1. Чем отличаются по свойствам сырой каучук и резина?
2. Производство бутадиен-стирольного каучука: состав, строение, механизм и условия полимеризации, свойства.
3. Какие продукты образуются при озонолизе и разложении озонида водой: а) сополимера бутадиена-1,3 и бутена-2; б) натурального каучука?

Пластмассы

1. Получение в промышленности полиэтилена при низком и высоком давлении. Сравнение строения и свойств. Применение. Вводимые в состав пластмасс компоненты.
2. Образцы из ПВХ, полипропилена и фенопластов внесли в пламя горелки до воспламенения, а затем из пламени вынули. Какие сходные и различающиеся признаки реакций можно наблюдать? Где находят применение эти свойства пластмасс?

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Средствами оценивания являются задания для текущего контроля.

Критерии оценивания:

«**Зачтено**» выставляется студенту, который:

- выполнял домашние задания для подготовки к занятиям;
- оформил и выполнил лабораторные работы;
- получил положительные оценки за письменные опросы на занятии.

«**Не зачтено**» выставляется студенту, который:

- систематически не выполнял домашние задания;
- не готовился к проведению лабораторных работ (из-за чего не был к ним допущен);
- не получал положительных оценок по письменным опросам в течение семестра.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Высокомолекулярные соединения: учебник и практикум для вузов / М. С. Аржаков [и др.]; под редакцией А. Б. Зезина. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 340 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01322-1. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489251>.

7.2. Дополнительная литература

1. Анисимова Т.В. Общие закономерности процессов полимеризации // В помощь учителю химии. Вып 6. – Смоленск: СГПУ, 2001. С. 3 – 15.
2. Анисимова Т.В. Общие закономерности процессов поликонденсации // Совершенствование преподавания химии в школе и вузе. Вып 1. – Смоленск: СГПУ, 2002.
3. Анисимова Т.В. Пластические массы // В помощь учителю химии. Вып 4. – Смоленск: СГПУ, 1999. С. 44 – 52.
4. Анисимова Т.В. Синтетические каучуки // В помощь учителю химии. Вып. 2. – Смоленск: СГПИ, 1997 С. 65 – 73.
5. Анисимова Т.В. Химические волокна // В помощь учителю химии. Вып 3. – Смоленск: СГПУ, 1998. С. 38 – 47.
6. Стрепихеев А.А., Деревицкая В.А. Основы химии высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1976.
7. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. М.: Высшая школа, 1981.
8. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. – М.: Академия, 2003-2008.
9. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров : учебное пособие / Ю. Д. Семчиков, С. Ф. Жильцов, С. Д. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1325-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210971>
10. Соколов Р.С. Химическая технология – М.: ВЛАДОС, 2003.

7.3. Материалы сети Интернет

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) <http://fcior.edu.ru>
3. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
4. Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии <http://school-sector.relarn.ru/nsm/>
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> (Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”)
6. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> (Сайт химического факультета МГУ)

8. Материально-техническое обеспечение и программное обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях учебного корпуса №1, оборудованных проектором и компьютером.

Лабораторный практикум осуществляется в аудитории 2 учебного корпуса №1, имеющей необходимое оборудование и реактивы.

Дидактические материалы:

- 1) комплекты контролирующих заданий по темам курса;
- 2) плакаты и таблицы.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022