

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Изучение дисциплины предусматривает выполнение практических работ в специальных практикуме

Методические указания к практическим занятиям

Практические занятия призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)
1	Введение Особенности полимерного состояния в-ва. Основные понятия и определения	Основные понятия и определения в науке о полимерах.
2	История науки о полимерах. Образование, получение и распространение полимеров.	Образование, получение и распространение полимеров.
3	Классификация полимеров по происхождению, строению, структуре цепи, эксплуатационным характеристикам, методам переработки	Виды классификаций полимеров
4	Номенклатура полимеров: тривиальная, рациональная и систематическая.	Классификация и номенклатура полимеров
5	Основные понятия физики макромолекул. Модель свободно-сочлененной цепи. Реальные цепи. Гибкость цепи. Сегмент Куна. Персистентная длина	Основные понятия физики макромолекул Физико-химическая модификация полиэтилентерефталатной пленки и получение трековой мембраны
6	Растворы полимеров. Термодинамика растворов ВМС. Параметр растворимости Гильдебранда. Фазовые диаграммы	Растворы полимеров. Определение содержания антиоксиданта в полипропилене. Исследование кинетики щелочного гидролиза полиэтилентерефталатной пленки
7	Теория Флори-Хаггинса. Коллигативные свойства полимеров. Фракционирование. Набухание, гели. Определение ММ по характеристической вязкости.	Определение изоэлектрической точки полиамфолита. Определение константы диссоциации полиакриловой кислоты
8	Полимерные тела. Три физических состояния полимерных тел	Вискозиметрия растворов полимеров. Набухание
9	Механические свойства полимеров. Деформационные свойства полимеров. Релаксация.	Уф-спектроскопия полимеров
10	Синтез полимеров. Термодинамика синтеза. Радикальная полимеризация. Кинетика.	ИК-спектроскопия полимеров
11	Анионная полимеризация. Ионно-координационная полимеризация	ИК-спектроскопия полимеров
12	Получение и свойства наиболее важных полимеров.	УФ- и ИК-спектроскопия полимеров (продолжение)
13	Реакции полимеров (основные понятия)	Защита рефератов

Методические материалы по теории и технике эксперимента для практических работ, перечень контрольных вопросов и заданий изложены в методических разработках, которые выдаются студентам:

П.Ю. Апель, О.В. Артошина. Высокомолекулярные соединения. Сборник лабораторных работ. Учебное пособие. Дубна, Государственный Университет Дубна, 2016.

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/unibooks.asp?year=all&allcount=323&dbeg=1>

Методические материалы для преподавателей

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие обучающихся в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий. Индивидуальные задания подбираются студентам с учетом из работы над темами НИР.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель вправе выдать задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

Методические материалы по организации самостоятельной работы студентов

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов, из них часть часов отводится на выполнение работ по индивидуальному заданию.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение домашних работ с последующей их защитой
- написание реферата
- подготовку к контрольным работам и тестированию
- работу с Интернет-источниками.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение практических работ. Для выполнения практических работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения практической работы необходимо оформить отчет и защитить практическую работу.

Кроме этого, запланировано выполнение домашних работ. Каждое задание после выполнения работы необходимо защитить.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Материалы для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Перечислите основные особенности свойств высокомолекулярных соединений, отличающие их от свойств низкомолекулярных соединений.
2. Укажите основные методы получения синтетических полимеров и приведите несколько примеров их синтеза.
3. Какие существуют способы регулирования молекулярной массы полимеров при их синтезе.
4. Каковы основные различия между радикальной и ионной полимеризацией.
5. Сформулируйте основные особенности реакций поликонденсации в сравнении с реакциями радикальной полимеризации.
6. Приведите примеры всех возможных конфигурационных изомеров для одного из полимеров винилового ряда.
7. Укажите основные отличия конфигурации от конформации макромолекул.
8. Дайте краткую характеристику трем физическим состояниям полимеров.
9. Опишите особенности механических свойств полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии.
10. Опишите особенности механических свойств кристаллических полимеров.
11. В чем проявляются существенные различия свойств разбавленных растворов полимеров и низкомолекулярных соединений.
12. Что такое стереорегулярные полимеры и как их получают? Приведите примеры.
13. Как количественно оценить гибкость макромолекул?
14. От каких факторов зависит гибкость полимерных цепей?
15. Какие существуют методы определения молекулярной массы полимеров?
16. Почему для высокомолекулярных соединений вводят понятия среднечисловой и средневесовой молекулярной массы?
17. Перечислите основные особенности свойств растворов полиэлектролитов по сравнению со свойствами не ионизирующихся полимеров.
18. Укажите в чем проявляется различие и сходство в структурной организации аморфных и кристаллических полимеров.
19. Что такое сополимеры? Дайте классификацию сополимеров и приведите различные типы синтетических и природных сополимеров.
20. Перечислите основные отличия в химических свойствах высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений.
21. Перечислите методы модификации полимерных материалов, ответ проиллюстрируйте несколькими примерами.
22. Что такое полимераналогичные превращения, приведите несколько примеров подобного типа реакций.
23. Что такое деструкция полимеров и как их защищают от химических процессов «раз-рушения»?
24. Расскажите об основных принципах получения ориентированных полимерных волокон и пленок.
25. Какова природа высокоэластической деформации эластомеров?
26. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вискозиметрия как метод определения молекулярной массы.

27. Что такое фракционирование полимеров? Расскажите о физико-химических основах фракционирования.

Перечень вопросов по конкретным представителям промышленно значимых полимеров

(3-й вопрос билета):

1. Каучуки.
2. Полиэтилен
3. Полипропилен
4. Полистирол
5. Поликарбонат
6. Полиэтилентерефталат
7. Полиамиды
8. Полисилоканы
9. Полиуретаны
10. Полиакрилаты
11. Полиимиды
12. Фторопласты
13. Поливинилхлорид
14. Фенопласты

Пример экзаменационного билета:

Билет 1

1. Основные понятия и определения в науке о высокомолекулярных соединениях (ВМС): мономер, олигомер, полимер, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Предмет и задачи науки о ВМС.
2. Радикальная полимеризация. Методы инициирования радикальной полимеризации.
3. Характеристика промышленного полимера (из нижеприведенного списка)

Материалы для текущей аттестации

Контрольные вопросы по курсу

Тема 1.

1. Что такое полимер? Дайте определение.
2. Что такое олигомер? Дайте определение.
3. Что такое мономер и мономерное звено?
4. Что такое степень полимеризации?
5. Что такое контурная длина макромолекулы?

Тема 2.

6. Что такое молекулярно-массовое распределение?
7. Напишите формулы для вычисления среднечисленной молекулярной массы и среднемассовой молекулярной массы.
8. Известно, что некоторый полимер характеризуется случайным молекулярно-массовым распределением, и его среднечисленная молекулярная масса равна 12000. Чему равна среднемассовая молекулярная масса этого полимера?
9. Напишите выражение для среднеквадратичного расстояния между концами свободно-сочлененной цепи.
10. Назовите по крайней мере три фактора, от которых зависит гибкость полимерной цепи?

Тема 3.

11. Приведите по одному конкретному примеру природного, искусственного и синтетического полимера.
12. На какие три основных класса делятся природные полимеры?
13. Что такое гетероцепной и гомоцепной полимер?
14. Что такое карбоцепной полимер? Приведите пример карбоцепного и оксикарбоцепного полимера.
15. Что такое термопласты и реактопласты?

Тема 4.

16. Дайте название полимеру, состоящему из повторяющихся звеньев $-\text{CH}_2-$, по рациональной и систематической номенклатуре.
17. Назовите пять любых названий полимеров по тривиальной номенклатуре.
18. Что такое блочный сополимер?
19. Что такое привитой сополимер?
20. Напишите формулы а) полипропилена б) полистирола в) полиэтиленоксида г) полиметилметакрилата.
21. По какой номенклатуре даны названия полимеров в вопросе 20?

Тема 5.

22. Для чего используют параметр растворимости Хильдебранда? Какова размерность этого параметра?
23. Что такое Θ -растворитель?
24. Что такое фракционирование?
25. Какую характеристику полимера можно найти, измеряя осмотическое давление его растворов?
26. Какую характеристику полимера можно найти, измеряя вязкость его растворов?

Тема 6.

27. Что такое вязкоупругость?
28. В каких трех состояниях в зависимости от температуры могут находиться аморфные полимерные тела?
29. Что происходит с величиной свободного объема полимера при его переходе из высокоэластического состояния в стеклообразное?
30. Что такое релаксационный переход?
31. Что такое пластификация, для чего она применяется?

Тема 7.

32. В чем состоит основное различие между полимеризацией и поликонденсацией?
33. Инициирование – что это такое? Какими способами оно осуществляется?
34. Назовите какие-либо три способа инициирования реакции радикальной полимеризации.
35. Назовите три вида реакций полимеризации, различающиеся по механизму роста цепи.
36. Назовите по крайней мере два различия в кинетике радикальной и ионной полимеризации.

Тема 8

37. Назовите самый терmostойкий полимер, который Вы знаете.

38. Назовите самый химически стойкий полимер, который Вы знаете.
39. Назовите 3 основных вида полиэтилена, различающиеся по методу получения и свойствам
40. Назовите несколько полимеров, из которых изготавливают волокна, и полимеров, из которых волокна не изготавливают.
41. Производство какой пластмассы было первым промышленным процессом синтеза ВМС?

Примерные темы для рефератов

1. Основные закономерности поликонденсации
2. Жидкокристаллические полимеры
3. Особенности растворов полиэлектролитов
4. Выведите формулу $f_w(M) = \left(\frac{M}{\overline{M}} \right) f_n(M)$
5. Аномалии вязкости растворов полимеров
6. Релаксационные переходы в полимерных телах
7. Звездообразные полимеры
8. Основные закономерности сополимеризации
9. Деструкция полимеров. Виды, механизмы
10. Кремнийорганические полимеры
11. Фторполимеры
12. Пластификация, пластификаторы, механизмы их действия
13. Стабилизация полимеров антиоксидантами
14. Современная мировая индустрия полимерных материалов
15. Сшивание полимерных молекул. Механизмы, применения
16. Защита полимеров от фотоокисления
17. Прочность полимеров и разрушение полимеров

Требования к реферату:

1. Минимум 6 страниц, максимум 12 страниц. Форматирование согласно требованиям к оформлению курсовых работ.
2. Обязательно структурирование текста (введение, основная часть, разбитая на части или параграфы, заключение).
3. Обязателен список использованной литературы. Желательно, чтобы это были не электронные ресурсы.
4. По тексту должны делаться ссылки на использованные источники.
5. Первый вариант реферата высылаете моему ассистенту Ольге Вячеславовне Криставчук электронной почтой по адресу artoshina@jinr.ru. Получив замечания и рекомендации, корректируете свой текст, распечатанный экземпляр приносите преподавателю и защищаете реферат перед зачетом.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. Во сколько раз можно растянуть молекулу полиметилметакрилата с молекулярной массой 160 000? Принять модель свободно сочлененной цепи.

2. Нарисовать химические формулы следующих полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиакриловая кислота, полиэтилен, полипропилен, полиэтиленоксид.

3. Нарисуйте и назовите все возможные конфигурационные изомеры для двух мономерных звеньев 1,2-полибутадиена.

4. Смесь, состоящая из 10 молекул с молекулярной массой (ММ) 10 000, 20 молекул с ММ=20 000 и 50 молекул с ММ=50 000, имеет среднюю молекулярную массу 37 500. Какому типу средней ММ отвечает это значение?

5. Нарисуйте в одних координатах три фазовых диаграммы для 3-х фракций одного полимера с молекулярными массами $M_1 > M_2 > M_3$ в одном и том же растворителе, если эта система обладает ВКТР.

6. В одних координатах нарисуйте зависимости приведенного осмотического давления от концентрации раствора для двух фракций одного полимера с молекулярными массами $M_1 > M_2$ в разных растворителях: M_1 - в хорошем, M_2 - в плохом.

7. Как изменяется характеристическая вязкость раствора полимера в этом растворителе при увеличении молекулярной массы полимера в 2 раза?

8. В одних координатах нарисовать термомеханические кривые для образцов атактических полиметилакрилата и полиизобутилена одинаковых молекулярных масс. Указать и назвать точки температурных переходов. Нарисовать химические формулы полимеров.

9. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для аморфного полиметилметакрилата при 20°C при разных скоростях деформирования: $V_1 > V_2 > V_3$. Ответ пояснить.

10. Нарисовать зависимости напряжения от деформации, полученные в режиме РАСТЯЖЕНИЕ-СОКРАЩЕНИЕ, для образца полимера при температуре стеклования (T_g), ниже T_g и выше T_g , но ниже температуры текучести.

11. Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) имеет температуру стеклования 80°C и температуру плавления 260°C. В какой области температур надо проводить кристаллизацию ПЭТФ, чтобы получить образец с наибольшей степенью кристалличности?

12. От каких факторов зависит равновесная и экспериментальная температуры плавления полимера?

13. Какую конформацию принимают гибкоцепные и жесткоцепные макромолекулы в кристаллическом состоянии? Приведите примеры очень гибкоцепных и очень жесткоцепных полимеров.

14. Какие из инициаторов - серная кислота, перекись бензоила, бутиллитий, раствор хлористого железа в перекиси водорода, амид натрия, перекись водорода, металлический натрий, четыреххлористое олово - могут вызывать радикальную полимеризацию стирола? Напишите реакцию инициирования с одним из подходящих инициаторов.

15. Какие из мономеров - винилбутиловый эфир, метилметакрилат, стирол, изобутилен, акрилонитрил, бутилметакрилат - могут полимеризоваться с трифторидом бора в присутствии следов воды? Напишите реакцию инициирования с этим инициатором и одним из подходящих мономеров.

16. Как изменится скорость радикальной полимеризации метилметакрилата до неглубоких степеней превращения при увеличении исходных концентраций и мономера и инициатора в 4 раза? Напишите уравнение для скорости полимеризации.

17. Определите степень превращения в реакции полимеризации альфа-метилстирола при установлении в системе полимеризационно-деполимеризационного равновесия, если исходная концентрация мономера 2,0 моль/л и константа равновесия равна 0,45 л/моль.

18. Приведите пример полимераналогичной реакции, протекающей с самозамедлением. Напишите кинетическое уравнение для этой реакции и нарисуйте соответствующий график.

19. Какие из перечисленных полимеров деполимеризуются при пиролизе: полиэтилметакрилат, поли-альфа-метилстирол, полипропилен, поливинилацетат? Напишите химические формулы и поясните ответ.

20. Исходя из мономеров стирола и изопрена, предложите способ получения блок-сополимера.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Понятие степени свернутости полимерной цепи. Вычислить величину статистического сегмента поливинилхлорида, если экспериментально определенный квадрат среднеквадратичного расстояния между концами цепи равен 2 500 000 ангстрем в квадрате, молекулярная масса 2 500 000, длина мономерного звена 2,5 А.

2. Нарисовать химические формулы следующих классов гетероцепных полимеров, расположив их в порядке возрастания гибкости цепи: полиуретаны, полиамиды, полиэферы, полимочевины. Принять, что число метиленовых групп между функциональными группами в основной цепи у всех полимеров одинаково.

3. При смешении разных систем полиизобутилен-изооктан, полистирол-циклогексан, поливиниловый спирт-вода обнаружены разные тепловые эффекты: $Q > 0$, $Q < 0$, $Q = 0$. Какой тепловой эффект растворения соответствует каждой из указанных систем?

4. Нарисуйте фазовую диаграмму для системы полимер-растворитель с $VKTP < НКТР$ и зависимость второго вириального коэффициента от температуры в области от $VKTP$ до $НКТР$.

5. Какими экспериментальными методами и как можно определить θ -температуру раствора полимера?

6. Как можно определить величину механического сегмента, используя термомеханический метод исследования? Нарисовать соответствующие зависимости.

7. В одних координатах НАПРЯЖЕНИЕ-ДЕФОРМАЦИЯ нарисовать кривые для одного и того же образца атактического поливинилхлорида при температурах: ниже температуры хрупкости ($T_{хр}$), в интервале между $T_{хр}$ и температурой стеклования (T_c) и выше T_c . Ответ пояснить.

8. Как зависит модуль упругости аморфного полиметилметакрилата от температуры в температурной области ниже температуры стеклования (T_c) и выше T_c , но ниже температуры текучести? Ответ пояснить.

9. Перечислите и объясните условия необходимые и достаточные для существования полимера в кристаллическом состоянии.

10. Нарисуйте зависимости доли закристаллизованного полимера от времени при постоянной температуре (изотермы кристаллизации) при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании.

11. Полимер со сферолитной структурой растянули в области упругой деформации без образования "шейки" при температуре немного выше температуры стеклования полимера, но ниже температуры плавления. Какой тип надмолекулярной структуры можно ожидать для деформированного полимера?

12. Какие основные допущения вводятся при выводе уравнения для степени полимеризации полимера из кинетических данных для радикальной полимеризации? Напишите уравнение.

13. Как влияет температура на скорость реакций радикальной и катионной полимеризаций при малых степенях превращения? напишите соответствующие уравнения для скоростей полимеризаций.

14. Какие факторы и как влияют на молекулярную массу полимера, получаемого методом поликонденсации? Нарисуйте соответствующие формулы и графики.

15. Как экспериментально установить наличие или отсутствие " эффекта соседа" в полимераналогичной реакции?

16. Какие продукты образуются при пиролизе полибутилметакрилата, полиакриловой кислоты, полиметилакрилата?

17. Предложите 3 способа вулканизации синтетического каучука на основе сополимера бутадиена и акриловой кислоты.

18. Как изменяются кажущиеся константы диссоциации полиакриловой кислоты и ее низкомолекулярного аналога - пропионовой кислоты при увеличении степени диссоциации кислот в водных растворах?

19. В каких растворителях и почему зависимость приведенной вязкости от концентрации полиакриловой кислоты прямолинейна: А. водном бессолево, Б. диоксане, В. воде в присутствии избытка хлорида натрия, Г. водно-солево при поддержании постоянной ионной силы в растворе, Д. разбавленном водном растворе соляной кислоты?

20. Изоионная точка полиамфолита равна 4.0. Каково соотношение между изоионной и изоэлектрической точками этого полиамфолита?

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

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических работ, устного опроса на лекциях и практических занятиях, выполнения контрольной работы.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета с оценкой, на котором обсуждаются теоретические и практические вопросы курса. Практическая часть частично зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом

семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать **«штрафы»** в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедрой.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает баллы за зачетное задание.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

Шкала выставления оценок за зачет:

% от максимальной суммы баллов	оценка
86 - 100 %	5
71-85	4
55-70	3

Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Основная

1. **Киреев В.В.** Высокомолекулярные соединения :[Электронный ресурс] : Учебник для академического бакалавриата: В 2 ч. Ч.1 / Киреев В.В. - М.: Юрайт, 2016. - 365с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-7150-7
2. **Киреев В.В.** Высокомолекулярные соединения :[Электронный ресурс] : Учебник для академического бакалавриата: В 2 ч. Ч.2 / Киреев В.В. - М.: Юрайт, 2016. - 243с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-7152-1
3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Семчиков Ю.Д. - М.: Академия, 2005. - 368с. - ISBN 5-7695-1928-2.
4. **Зезин А.Б.** Высокомолекулярные соединения :[Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Зезин А.Б. - М.: Юрайт, 2016. - 340с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-5603-0.
5. **Кулезнев В.Н.** Химия и физика полимеров / Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. - М.: КолосС, 2007. - 367с. - ISBN 978-5-9532-0466-8.

6. Практикум по химии и физике полимеров: Учебное издание / Аввакумова Нина Ивановна, Бударина Лариса Андреевна, Дивгун Софья Михайловна и др.; Под ред. В.Ф.Куренкова. - 3-изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1995. - 256с.: ил. - ISBN 5-7245-0952-0.

Дополнительная

1. Куренков В.Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений: Учебное пособие для вузов / Куренков Валерий Федотович, Бударина Лариса Андреевна, Заикин Александр Евгеньевич; Ред Л.И.Галицкая; Рец. А.Ф.Николаев. - М.: КолосС, 2008. - 395с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Прил.:с.371.-Библиогр.список:с.392.
2. Аскадский А.А. Введение в физико-химию полимеров / Аскадский А.А., Хохлов А.Р. - : ИНФРА-М, 2009.
3. Геллер Б.Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров: Учеб.пособие для вузов / - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Химия, 1996. - 432с.: ил. - (Для высшей школы).
4. Шишенок, М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.В. Шишенок. - Минск: Выш. шк., 2012. - 535 с. (ЭБС Знаниум)
5. Бортников В. Г. Теоретические основы и технология переработки пластических масс. - 3-изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 480 с. (ЭБС Знаниум)
6. Кузнецов В. А. Практикум по высокомолекулярным соединениям: учебное пособие. Издатель: Издательский дом ВГУ, 2014. – 167 с. (ЭБС «Университетская библиотека»)
7. Александров В.Н., Гибадуллин М.Р., Сафронов П.О., Косточко А.В. Механические свойства полимерных материалов: учебное пособие. – 79 с. (ЭБС «Университетская библиотека»)
8. Иржак В.И. Структурная кинетика формирования полимеров: Уч.пособие.-Лань-Трейд, 2015. - ISBN 978-5-8114-1684-4
9. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров - от молекул до наноансамблей / Рамбиди Николай Георгиевич. - Долгопрудный: Интеллект, 2009. - 264с.: ил. - Список лит.:с.263.

Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/> \
- Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научный вестник Новосибирского государственного технического университета Новосибирский государственный технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Башкирский химический журнал ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- [Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных

- Университетская библиотека онлайн – www.biblioclub.ru - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – www.znanium.com -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Научные поисковые системы

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ http://elibrary.ru/project_risc.asp Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.lib.msu.su> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://www.rusanalytchem.org/> <http://www.rusanalytchem.org/>

<http://www.chem.msu.su> портал фундаментального химического образования России

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»