

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физические методы исследования полимеров Б1.В.ОД.10

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Салин А.В., Собанов Александр Антонович

Рецензент(ы):

Галкина И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 728517

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Салин А.В. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, Alexey.Salin@kpfu.ru; Собанов Александр Антонович

1. Цели освоения дисциплины

Цель данного курса - ознакомление студентов с основными физическими методами, применяемыми для изучения строения, структуры и некоторых свойств высокомолекулярных соединений. Изложение материала строится таким образом, что первоначально рассматриваются физические основы метода, далее, на основании рассмотренных основ, разбираются возможности и ограничения метода. Объясняется, почему в арсенале исследователей имеется целый ряд методов для изучения, скажем, одного параметра высокомолекулярного соединения. Центральное место в курсе уделяется особенностям применения к изучению полимеров традиционных (изученных ранее) методов исследования. Дается оценка современного состояния технических методов исследования и перспективы их развития.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина 'Физические методы исследования полимеров' относится к вариативной части блока дисциплин Б 1. Преподавание дисциплины 'Физические методы исследования полимеров' осуществляется на завершающем этапе обучения. К данному моменту студентами должны быть получены знания по основным разделам химии (неорганической, аналитической, органической, физической, высокомолекулярных соединений), необходим базовый объем знаний по физике и математике.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПСК-1	способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности использования изученных ранее традиционных методов исследования органических соединений применительно к исследованию высокомолекулярных соединений

2. должен уметь:

ориентироваться в методах исследования высокомолекулярных соединений, обоснованно выбирать оптимальный метод среди прочих аналогичных

3. должен владеть:

информацией об основных существующих методах исследования полимеров

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать методы в практической работе

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	8	1	4	0	0	
2.	Тема 2. МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕЛ.	8	2	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЛИДИСПЕРСНОСТИ ПОЛИМЕРОВ	8	2	2	0	0	
4.	Тема 4. АБСОЛЮТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.	8	3-4	6	0	0	
5.	Тема 5. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.	8	5	4	0	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ПОЛИМЕРОВ	8	6	4	0	0	
7.	Тема 7. ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛИМЕРОВ	8	7-8	6	0	0	
8.	Тема 8. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ИЗУЧЕНИИ ПОЛИМЕРОВ	8	9-10	6	0	0	
9.	Тема 9. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОЛИМЕРОВ.	8	11-12	5	0	0	
10.	Тема 10. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОЛИМЕР - РАСТВОРИТЕЛЬ	8	12	1	0	0	Творческое задание
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			40	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Роль и место физических методов в исследовании полимеров. Системный анализ полимеров. Характеристика физических методов исследования, используемых на различных этапах изучения высокомолекулярных соединений: установления строения, конформации и конфигурации макромолекул, их размеров, формы, гибкости; анализа надмолекулярной структуры, физических характеристик, совместимости в композициях. Электрические свойства полимеров. Анализ чистоты мономеров, полимеров, сопутствующих веществ. Контроль за синтезом, переработкой, старением полимеров.

Тема 2. МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕЛ.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рентгеноструктурный анализ. Применение дифракции рентгеновских лучей в больших углах и малоугловом рассеянии. Электронная микроскопия. Характеристика метода, получаемая информация. Оптические и электрооптические свойства полимеров. Двойное лучепреломление, малоугловое светорассеяние. Использование полученных данных для изучения ориентации в полимерах, релаксационных явлений, конформационных свойств, формы и гибкости макромолекул. Люминесцентные методы: принцип, виды и возможности применения в исследовании молекулярной подвижности и взаимодействия макромолекул.

Тема 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЛИДИСПЕРСНОСТИ ПОЛИМЕРОВ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Полидисперсность, характеристики полидисперсности. Молекулярно-массовое распределение. Аналитическое и препаративное фракционирование. Методы фракционирования: дробное осаждение, фракционное растворение, гидродинамическое фракционирование, гель-проникающая хроматография, турбидиметрия.

Тема 4. АБСОЛЮТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Абсолютные и относительные методы определения молекулярных масс. Физические основы, возможности и ограничения методов эбулио-, криоскопии, изотермической дистилляции, парофазной осмометрии, мембранной осмометрии, светорассеяния, седиментации и диффузии. Приборы, возможности и ограничения методов. Сопутствующее определение второго вириального коэффициента и тета-температуры. Методы определения по концевым группам макромолекул

Тема 5. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Вязкозиметрический метод исследования полимеров. Вязкостные характеристики растворов полимеров. Методы определения вязкости. Связь между вязкостью раствора и его концентрацией. Методы определения характеристической вязкости. Влияние напряжения и скорости сдвига на значение характеристической вязкости. Выбор тета - условий. Оценка невозмущенных размеров полимерных цепей. Влияние температуры на конформацию макромолекул. Связь между характеристической вязкостью и молекулярной массой. Применение уравнения Марка-Хаувинга-Куна.

Тема 6. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ПОЛИМЕРОВ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Виды хроматографических методов. Газовые хроматографы. Обработка хроматограмм. Качественный и количественный анализ. Возможности применения газожидкостной хроматографии. Пиролитическая хроматография. Обращенная газовая хроматография. Аппаратура. Использование обращенной газовой хроматографии для идентификации и анализа полимеров.

Тема 7. ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛИМЕРОВ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Колебания в цепных молекулах. Правила отбора. Техника эксперимента: приборы, ИК-Фурье спектроскопия, приготовление образцов, определение толщины слоя, увеличительные устройства, поляризаторы излучения, метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО), метод диффузного отражения. Выбор аналитической полосы, количественный анализ. Аналитическое приложение инфракрасной спектроскопии: идентификация, анализ наиболее распространенных классов полимеров, анализ смеси полимеров и сополимеров. Определение ненасыщенности. Анализ концевых групп, определение молекулярных масс. Анализ физической структуры полимеров. Контроль в процессе синтеза и изучение химических реакций с участием полимеров. Ориентация в полимерах. Дихроизм. Примеры использования поляризованного излучения. Дейтерирование. Водородные связи в полимерах.

Тема 8. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ИЗУЧЕНИИ ПОЛИМЕРОВ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Основные представления, современное состояние и перспективы развития метода, ЯМР-фурье спектроскопия. ЯМР-спектроскопия широких линий. Основные представления. Изучение морфологии полимеров и молекулярной подвижности. ЯМР-спектроскопия высокого разрешения, ее возможности в изучении полимеров: строение составного звена, анализ концевых групп и разветвлений, определение молекулярной массы, анализ сополимеров, изучение химических процессов. Анализ конфигурационных последовательностей. Исследование механизма роста цепи. Статистики Бернулли и Маркова. Наблюдение конфигурационных последовательностей на примере полиметилметакрилата.

Тема 9. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОЛИМЕРОВ.

лекционное занятие (5 часа(ов)):

Адиабатическая калориметрия. Исследование теплопроводности. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Дифференциальная сканирующая калориметрия. (ДСК). Динамическая калориметрия. Деформационная калориметрия. Применение ДТА и ДСК методов. Изучение физических переходов (плавление, стеклование, кристаллизация) и получаемая при этом информация. Количественный анализ степени кристалличности, анализ смеси гомополимеров и сополимеров. Изучение химических превращений: процессов синтеза, отверждения, сшивания, окисления, деструкции. Термогравиметрия и ее использование в изучении характера и кинетики процессов термодеструкции.

Тема 10. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОЛИМЕР - РАСТВОРИТЕЛЬ

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметр растворимости. Совместимость системы полимер - растворитель, полимер - полимер, полимер - пластификатор. Методы определения тета - температуры. Нахождение параметра Флори - Хаггинса, второго вириального коэффициента. Определение невозмущенного размера макромолекулы.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.	8	5	подготовка к контрольной работе по методам определения молекулярных масс полимеров	13	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛИМЕРОВ	8	7-8	подготовка к контрольной точке	8	контрольная точка
10.	Тема 10. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОЛИМЕР - РАСТВОРИТЕЛЬ	8	12	обработка литературных данных	3	написание реферата
				подготовка к творческому заданию	8	творческое задание
	Итого				32	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В рамках лекционного курса студенты занимаются самостоятельной работой (проработка материала) и отчитываются написанием рефератов и ответов на вопросы

1. Роль и место физических методов в исследовании полимеров.
2. Понятие о молекулярных массах полимеров.
3. Абсолютные и относительные методы исследования полимеров.
4. Эбулио- и криоскопические методы определения молекулярных масс
5. Метод изотермической дистилляции.
6. Метод тепловых эффектов конденсации
7. Седиментационные и диффузионные методы определения молекулярных масс и ММР.
8. Методы светорассеяния.
9. Гидродинамическое фракционирование
10. Метод осмометрии.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тема 2. МЕТОДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ ТЕЛ.

Тема 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЛИДИСПЕРСНОСТИ ПОЛИМЕРОВ

Тема 4. АБСОЛЮТНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.

Тема 5. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАСС ПОЛИМЕРОВ.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа проводится по теме: определение молекулярных масс полимеров. В билете два вопроса. 1. Как, какими методами и в каких условиях можно определить ММ (приводится конкретный полимер и предел молекулярной массы)? Какими методами нельзя и почему? Исходя из конкретных свойств полимера (можно пользоваться справочником по растворимости полимеров) выбрать из рассмотренных на занятиях методы, удовлетворяющие данному случаю. Либо конкретный вопрос по методу определения. Например: В методе осмометрии молекулярная масса связана с осмотическим давлением уравнением ??? В методе сочетания седиментации и диффузии молекулярная масса связана с характеристиками подвижности макромолекул в растворе уравнением..... 2. Даются конкретные данные, полученные одним из методов определения молекулярной массы полимера (вискозиметрии, светорассеяния, крио-, эбулиоскопии, осмометрии). Необходимо провести их обработку и найти молекулярную массу. Например: Рассчитать K и a из вискозиметрических данных для растворов поливинилпиридина в воде, если для его фракций получены следующие значения характеристической вязкости и молекулярной массы: $[\eta]$ 0.148 0.251 0.348 0.619 0.879 $M \times 10^{-4}$ 1.2 2.6 4.2 9.8 16.4 Рассчитать молекулярную массу и степень полимеризации полистирола из данных по светорассеянию его растворов в смеси бензола и дихлоризопропилового спирта, если известны значения $HC/\tau \times 100$, г/мл 0.25 0.51 0.80 1.08 $HC/\tau \times 1000000$, моль/г 1.6 1.75 1.91 2.1

Тема 6. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ПОЛИМЕРОВ

Тема 7. ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПОЛИМЕРОВ

контрольная точка, примерные вопросы:

Предлагается конкретный спектр полимера. Необходимо рассмотреть его и сделать вывод, например: кристаллический полимер или нет, вывод о конфигурации цепи, ненасыщенности, оценить состав сополимера, сделать отнесение полос и др. характеристики, возможные для данного случая.

Тема 8. ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ИЗУЧЕНИИ ПОЛИМЕРОВ

Тема 9. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОЛИМЕРОВ.

Тема 10. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ПОЛИМЕР - РАСТВОРИТЕЛЬ

написание реферата, примерные темы:

Написать реферат на предложенную тему, кратко изложив суть методов и их возможности. Сделать заключение о предпочтительности какого-либо метода в конкретном случае.

творческое задание, примерные вопросы:

Задание касается анализа и изучения литературы по методам исследования полимеров. Например: Методы определения температур плавления полимеров. Методы определения температур стеклования полимеров. Спектральные методы определения молекулярных масс полимеров. Методики количественного анализа методом ИК спектроскопии. Возможности метода ЯМР широких линий.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Оценка знаний производится на принципах бально-рейтинговой системы.

Чтение лекций сопровождается проведением контрольных работ по программе курса (варианты приведены в приложении).

Рейтинговый показатель по дисциплине формируется на основе результатов текущего контроля (50 баллов) и экзаменационных испытаний (50 баллов).

ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ К ЗАЧЕТУ

БИЛЕТ ♦ 1

1. Применение ЯМР 1H высокого разрешения в исследовании полимеров.

2. Анализ спектра ЯМР 1H.

БИЛЕТ ♦ 2

1. ЯМР спектроскопия широких линий (основы метода, применение в исследовании ВМС).

2. Анализ спектра ЯМР ^1H .

БИЛЕТ ♦ 3

1. Характеристика теплофизических методов исследования полимеров.

2. Анализ спектра ЯМР ^1H .

БИЛЕТ ♦ 4

1. Возможности метода ДТА в исследовании полимеров.

2. Анализ спектра ЯМР ^1H

БИЛЕТ ♦ 5

1. Методы ТГ и ДТГ, исследование термической стабильности и деструкции полимеров.

2. Анализ спектра ЯМР ^1H .

7.1. Основная литература:

1. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 020100 'Химия' и специальности 020201 'Фундаментальная и прикладная химия' / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. - 222 с.

2. Семчиков Ю.Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 223 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036 ? Загл. с экрана.

3. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник. [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург, 2013. - 512 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842

4. Лебухов В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2012. ? 480 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4543 ? Загл. с экрана.

5. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] : . ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2014. ? 745 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50536 ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург, Лань, 2014. - 368 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931

2. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть I. 2013. (Для студентов и аспирантов химического и биологического факультетов) Подробности: http://kpfu.ru/publication?p_id=68614

3. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР в органической химии: [учебное пособие] / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков. - Казань: Казанский университет, 2013. - 214 с. 1: Общая теория ЯМР. Химические сдвиги ^1H и ^{13}C . - 2013. - 130 с.:

4. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. // Спектроскопия ЯМР ^1H и ^{13}C в органической химии. - Казань, 2007. - 154 с.

5. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю.Д. Семчиков. - 3-е изд., стер. - Москва: Академия, 2006. - 366, [1] с

7.3. Интернет-ресурсы:

лекции по химии полимеров -

<https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi4wu-9087QAhWnrFC>

Литература по химии полимерных материалов - <http://www.rushim.ru/books/polimers/polimers.htm>

полезные ссылки - <http://old.kpfu.ru/f7/index.php?id=15>

свойства полимерных материалов -

http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=polymer_materials_introduction

Учебные материалы по химии высокомолекулярных соединений -

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>

электронная библиотечная система -

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физические методы исследования полимеров" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Доска, мел, проекционная техника

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Салин А.В. _____

Собанов Александр Антонович _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Галкина И.В. _____

"__" _____ 201__ г.