

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. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Химия фосфорорганических соединений Б1.В.ОД.7

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):

Черкасов Р.А.

Рецензент(ы):

Галкин В.И.

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 789517

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) профессор, д.н. (профессор) Черкасов Р.А. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, Rafael.cherkasov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Приобретение знаний в области фосфорорганических соединений, которая представляет актуальный интерес не только для химиков и технологов, ее успехи используются в различных областях биологии, медицины, защиты растений и животных от вредителей, болезней, сорняков, в производстве полимерных материалов и других областях технологии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина 'Химия фосфорорганических соединений' относится вариативной части блока дисциплин Б1. К данному моменту студентами должны быть получены знания по основным разделам химии (неорганической, аналитической, органической, физической), необходим базовый объем знаний по физике и математике

В данной дисциплине представлены как теоретические основы химии фосфорорганических соединений (ФОС), включающих валентные и координационные состояния атома фосфора, основные классы ФОС, их классификацию и номенклатуру, теоретические аспекты реакционной способности и механизмы важнейших реакций, так и синтетические особенности (методы синтеза и химические свойства) каждого конкретного класса ФОС.

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
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:

- знать все возможные валентные и координационные состояния атома фосфора, основные классы фосфорорганических соединений, их электронное строение, классификацию и номенклатуру.

2. должен уметь:

ориентироваться в методах синтеза ФОС, установления их строения и прогнозирования реакционной способности

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об основных реакциях ФОС и их механизмах; физических, химических и биологических свойствах различных классов ФОС

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 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. История возникновения и развития химии ФОС.	7	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Валентные и координационные состояния атома фосфора.	7	2-3	4	2	0	
3.	Тема 3. Соединения однокоординированного фосфора. .	7	4	2	2	0	
4.	Тема 4. Соединения двухкоординированного фосфора. . .	7	5	2	2	0	Коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Общие принципы строения и реакционной способности соединений трехкоординированного фосфора.	7	6	2	2	0	
6.	Тема 6. Корреляционный анализ в органической химии и химии ФОС.	7	7	2	2	0	
7.	Тема 7. Основные классы соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора.	7	8-12	8	6	0	Контрольная работа
8.	Тема 8. Фосфины: триалкилфосфиды, гидрофосфорильные соединения	7	13-16	10	8	0	Коллоквиум
9.	Тема 9. Общие принципы строения и реакционной способности соединений пятивалентного четырехкоординированного фосфора.	7	17	2	2	0	Письменная работа
10.	Тема 10. Соединения пяти- и шестикоординированного фосфора - фосфораны и фосфораты. Методы синтеза, строение и реакционная способность. Особенности электронного и пространственного строения. Аксиальные и экваториальные заместители. Апиофильность. Явление псевдовращения в тригональной бипирамиде.	7	18	2	2	0	Контрольная точка
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			36	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. История возникновения и развития химии ФОС.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Российская школа академика А.Е.Арбузова и немецкая школа А.Михаэлиса. Развитие химии ФОС в XX веке, современное состояние химии ФОС. Теоретическая и практическая значимость ФОС. Области практического применения - химические средства защиты растений, лекарственные препараты, боевые отравляющие вещества, комплексоны, присадки к маслам и топливам, лиганды в комплексах.

Тема 2. Валентные и координационные состояния атома фосфора.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные классы ФОС, классификация и номенклатура ФОС. Электронное строение атома фосфора. Трех- и пятивалентный фосфор. Шесть координационных состояний атома фосфора. Природа связи в соединениях фосфора различной координации, проблема участия d-орбиталей, многоцентровые многоэлектронные связи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Современные концепции координации и валентности, многообразие координационных (сигма) и валентных (лямбда) состояний фосфора. Анализ примеров в химии стабильных состояний ФОС, метастабильные ФОС.

Тема 3. Соединения однокоординированного фосфора. .

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методы синтеза, кинетическая и термодинамическая стабилизация, строение и реакционная способность. Правило двойных связей - критика концепции Малликена-Питцера. Фосфаалкины, сходство и различие с ацетиленовыми производными. Природа тройной связи фосфор-углерод

практическое занятие (2 часа(ов)):

Компьютерный дизайн пространственных структур, обсуждение возможностей кинетической стабилизации фосфаалкинов, пространственно затрудненные заместители и их современное изображение

Тема 4. Соединения двухкоординированного фосфора. . .

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Логика развития химии элементоорганических аналогов олефинов, "правило двойных связей" и преодоление его положений, кинетическая и термодинамическая стабилизация кратных связей фосфор-углерод и фосфор-гетероатом.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ природы кратных связей в химии олефиновых аналогов непереходных элементов. Графический дизайн пространственно загруженных систем с участием кратных связей фосфор - углерод (азот, фосфор, элементы 4 группы)

Тема 5. Общие принципы строения и реакционной способности соединений трехкоординированного фосфора.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Факторы, определяющие реакционную способность (наличие НЭП, связей Р-О-С, функциональных групп в боковой цепи). Нуклеофильная и электрофильная реакционная способность. Бифильность. Относительная легкость изменения валентных и координационных состояний фосфора

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ сходства и различия трехкоординационных соединений фосфора и азота. Основность и нуклеофильность. Движущие силы реакций, термодинамическая выгодность реагирования трехкоординированных соединений фосфора.

Тема 6. Корреляционный анализ в органической химии и химии ФОС.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнения Гаммета и Тафта. Электронные и стерические константы заместителей. Уравнение Кабачника. Анализ сигма-констант, реакционная константа "rho". Способы установления характеристик заместителей у атома фосфора, эффекты групп, Р- и С-системы корреляционного анализа в химии ФОС

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ знаков сигма- констант заместителей у фосфора, интерпретация эффектов фосфорсодержащих групп. Знак и абсолютная величина реакционной константы

Тема 7. Основные классы соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Электронная и пространственная структура органических производных трехкоординированного фосфора. Фосфины, фосфиты. Кислоты фосфолра низшей степени окисления, диадная тутомерия и проблема двойственной реакционной способности

практическое занятие (6 часа(ов)):

Описание методов синтеза и реакционной способности полных и кислых фосфитов и их аналогов. Роль оснований в процессах этерификации хлоридов трехвалентного фосфора. Метод Милобендзского-Сахновского и неклассическая реакция Арбузова с участием кислых реагентов.

Тема 8. Фосфины: триалкилфосфиты, гидрофосфорильные соединения

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Фосфины: первичные вторичные, третичные. Методы синтеза, строение, реакционная способность. Ионные и радикальные реакции присоединения. Триалкилфосфиты. Реакция Арбузова, Перкова. Гидрофосфорильные соединения Реакции: Михаэлиса-Беккера, Пудовика, Абрамова, Кабачника-Филдса. Фосфонат-фосфатная перегруппировка. Молекулярные перегруппировки в ряду фосфитов и их аналогов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Анализ современных способов интерпретации механизмов классической и неклассической реакции Арбузова, принципиальные различия терминов "реакция" и "перегруппировка Арбузова"

Тема 9. Общие принципы строения и реакционной способности соединений пятивалентного четырехкоординированного фосфора.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Илиды фосфора (реагенты Виттига). Фосфаты, фосфонаты, фосфинаты). Синтез и реакционная способность. Тиопроизводные кислот фосфора высшей степени окисления. Явление таутомерии в ряду ФОС. Триадная таутомерия. Дитиокислоты фосфора, нуклеофильные, электрофильные и радикальные реакции с их участием. Комплексы металлов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Современная концепция РО-олифинирования. HWE - реакция. Энантиоселективное олифинирование, роль фосфетановых интермедиатов.

Тема 10. Соединения пяти- и шестикоординированного фосфора - фосфораны и фосфораты. Методы синтеза, строение и реакционная способность. Особенности электронного и пространственного строения. Аксиальные и экваториальные заместители. Апиофильность. Явление псевдовращения в тригональной бипирамиде.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Особенности электронного и пространственного строения. Анализ концепций sp³d - гибридизации и многоцентровых многоэлектронных связей при формировании фосфорановых структур. Аксиальные и экваториальные заместители. Апиофильность. Явление псевдовращения в тригональной бипирамиде.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ рядов апикофильности. Шестикоординированный фосфор: льюисовская кислотность пентакоординированного фосфора и льюисовские основания - партнеры, внутри- и межмолекулярная донорно-акцепторная связь. Стабильность фосфоратов и структура "ат"-комплексов.

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
4.	Тема 4. Соединения двухкоординированного фосфора. . .	7	5	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
7.	Тема 7. Основные классы соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора.	7	8-12	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
				подготовка к письменной работе	8	письменная работа
8.	Тема 8. Фосфины: триалкилфосфиты, гидрофосфорильные соединения	7	13-16	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
9.	Тема 9. Общие принципы строения и реакционной способности соединений пятивалентного четырехкоординированного фосфора.	7	17	подготовка к письменной работе	4	письменная работа
10.	Тема 10. Соединения пяти- и шестикоординированного фосфора - фосфораны и фосфораты. Методы синтеза, строение и реакционная способность. Особенности электронного и пространственного строения. Аксиальные и экваториальные заместители. Апикофильность. Явление псевдовращения в тригональной бипирамиде.	7	18	подготовка к контрольной точке	4	контрольная точка
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Интерактивный опрос, составление рефератов с использованием интернет-ресурсов.

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

Тема 1. История возникновения и развития химии ФОС.

Тема 2. Валентные и координационные состояния атома фосфора.

Тема 3. Соединения однокоординированного фосфора. .

Тема 4. Соединения двухкоординированного фосфора. . .

коллоквиум , примерные вопросы:

Становление научных школ по химии фосфора в России и Германии. Развитие химии ФОС в Казанском университете. Труды А.Е. Арбузова. Современная классификация ФОС.

Соединения фосфора низкой координации. Термодинамическая и кинетическая стабилизация. Типы стерически загруженных заместителей. Природа кратных связей фосфор-углерод и фосфор-элемент. Новейшие достижения в химии элементоалкенов и -алкинов.

Тема 5. Общие принципы строения и реакционной способности соединений трехкоординированного фосфора.

Тема 6. Корреляционный анализ в органической химии и химии ФОС.

Тема 7. Основные классы соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора.

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы к контрольной работе. 1. История возникновения и развития химии ФОС. Российская школа академика А.Е.Арбузова и немецкая школа А.Михаэлиса. Основные отечественные и мировые центры химии ФОС. Теоретическая и практическая значимость ФОС. 2. Типы соединений фосфора. Валентные и координационные состояния атома фосфора. 3. Основные классы ФОС, классификация и номенклатура ФОС. 4. Соединения однокоординированного фосфора. 5. Соединения двухкоординированного фосфора. Кинетическая и термодинамическая стабилизация соединений фосфора низкой координации. 6. Строение и реакционная способность соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора. Бифильность атома P(III)/ 7. Фосфины: первичные вторичные, третичные. Методы синтеза, строение, реакционная способность. Основность и нуклеофильность атома P(III) 8. Илиды фосфора. Фосфиналкилены (реактивы Виттига). Реакция Виттига. Реакция Хорнера-Вудворта-Эммонса (HWE ? реакция). 9. Полные эфиры кислот фосфора низшей степени окисления... Реакция Арбузова и ее механизм. 10. Неклассические реакции Арбузова. Реакция Перкова. 11. Термические перегруппировки триалкилфосфитов с неопределенными радикалами. 12. Неполные эфиры кислот фосфора низшей степени окисления. Проблемы диадной таутомерии гидрофосфорильных соединений. 13. Реакция Михаэлиса-Беккера. 14. Реакция Пудовика и ее варианты. 15. Реакция Абрамова. Свойства гидроксифосфонатов и их аналогов. 16. Реакция Кабачника-Филдса. 17. Фосфонат-фосфатная перегруппировка и аналогичные прототропные перегруппировки в химии фосфора.. 18. Корреляционный анализ в органической химии и химии ФОС. Механизмы влияния заместителей на реакционный центр. Уравнения Гаммета и Тафта. Уравнение Кабачника. Связь s- и r- констант с механизмами реакций. 19. Кислоты фосфора высшей степени окисления и их производные (фосфаты, фосфонаты, фосфинаты). Основные типы соединений. Синтез и реакционная способность. 20. Тиопроизводные кислот фосфора высшей степени окисления (моно- и дитиофосфаты).Триадная таутомерия. Соли и комплексы дитиокислот фосфора. 21. Реакция Пищимуки. Тион ? тиольная ищзомеризация и таутомерия триадного типа. 22. Фосфазосоединения. 23. Синтез и свойства фосфоранов ? производных пятивалентного пятикоординированного фосфора. 24. Фосфораты ? производные пятивалентного шестикоординированного фосфора.

письменная работа , примерные вопросы:

Сходство и различие трехкоординированных соединений азота и фосфора. Соотношение основности и нуклеофильности. Бифильность фосфора. Классификация производных сигма-З-Р: фосфины, фосфиты, фосфониты и фосфиниты. Металлокомплексы. Принципы корреляционного анализа в химии углерода и фосфора. Множественность сигма-констант. Установление механизма реакции по параметрам корреляционных уравнений.

Тема 8. Фосфины: триалкилфосфиты, гидрофосфорильные соединения

коллоквиум, примерные вопросы:

Основные методы получения и реакции фосфинов. Влияние заместителей у фосфора на основность и нуклеофильность. Кватернизация фосфинов. Реакции окисления и сульфирования. Основные реакции полных эфиров кислот фосфора. Реакция Арбузова. Гидрофосфорильные соединения - номенклатура, методы синтеза, диадная таутомерия. Основные реакции - реакции Пудовика, Абрамова, Кабачника-Филдса, Тодта-Аттертона. Соли и комплексы.

Тема 9. Общие принципы строения и реакционной способности соединений пятивалентного четырехкоординированного фосфора.

письменная работа, примерные вопросы:

Кислоты пятивалентного четырехкоординированного фосфора. Производные кислот фосфора высшей степени окисления - хлорангидриды, эфиры, ангидриды, функционализированные фосфаты, фосфонаты, фосфиноксиды. Тио- и дитиокислоты фосфора. Триадная таутомерия и двойственная реакционная способность. Области практического применения - лекарственные препараты, пестициды, химическое оружие.

Тема 10. Соединения пяти- и шестикоординированного фосфора - фосфораны и фосфораты. Методы синтеза, строение и реакционная способность. Особенности электронного и пространственного строения. Аксиальные и экваториальные заместители. Апикофильность. Явление псевдовращения в тригональной бипирамиде.

контрольная точка, примерные вопросы:

Современная концепция гипервалентности. Роль высших орбиталей, концепция многоцентровых многоэлектронных связей. Структура фосфоранов. Тригональная бипирамида и принцип апикофильности. Внутри- и межмолекулярные донорно-акцепторные комплексы. Фосфораты и их структура. Новейшие достижения в синтезе новых типов производных пяти- и шестикоординированного фосфора.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Вклад Казанской школы химиков в химию органических производных фосфора.

Студенты знакомятся с биографией и творчеством выдающихся представителей Казанской школы химиков по рекомендованной литературе и информации Интернета.

Форма контроля - реферат.

2. Основные реакции производных трехкоординированного фосфора. Именные реакции.

Студенты изучают оригинальные обзоры по рекомендации преподавателя.

Форма контроля - краткий реферат.

3. Области применения органических производных четырехкоординированного фосфора.

Студенты используют рекомендованную литературу и сведения из Интернета.

ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ К ЭКЗАМЕНУ

Билет ♦ 1

1. История возникновения и развития химии ФОС.

2. Соединения двухкоординированного фосфора.

3. Реакция Кабачника-Филдса.

Билет ♦ 2

1. Валентные и координационные состояния атома фосфора.

2. Фосфины: первичные вторичные, третичные. Методы синтеза, строение, реакционная способность.

3. Реакция Абрамова.

Билет ♦ 3

1. Основные классы ФОС, классификация и номенклатура ФОС.

2. Соединения однокоординированного фосфора.

3. Реакция Пищимуки.

Билет ♦ 4

1. Общие принципы строения и реакционной способности соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора. Бифильность атома фосфора.

2. Гидрофосфорильные соединения (неполные эфиры кислот фосфора низшей степени окисления).

3. Реакция Арбузова.

7.1. Основная литература:

1. 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.

2. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4-х частях : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности 'Химия' / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин .? 5-е изд. ? Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 .? ; 22 см .? (Химия) .? ISBN 978-5-94774-611-2. Ч. 2 .? [2013] .? 622, [1] с. : ил.

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. 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.

5. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с.

Режим доступа:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291

7.2. Дополнительная литература:

1. Кирби, А. Органическая химия фосфора : пер. с англ. / А. Кирби, С. Уоррен ; Под ред. А.Н. Пудовкина .? М. : Мир, 1971 .? 403с.

2. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов . [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2013. ? 413 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3161> ? Загл. с экрана.

3. 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:

Синтез и антиокислительные свойства фосфорорганических соединений -

http://chem.kstu.ru/butlerov_comm/vol1/cd-a1/data/jchem&cs/russian/pdf/no1/83-92.pdf

Химия ФОС - <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/130.html>

электронная библиотечная система -

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

электронная библиотечная система -
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036

элементоорганическая химия: новости химической науки -
http://www.chemport.ru/chemnews.php?tag=elementorganic_chemistry

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Химия фосфорорганических соединений" 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.

лекционная аудитория с интерактивной доской

ноутбук

мультимедийный проектор

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):

Черкасов Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Галкин В.И. _____

"__" _____ 201__ г.