

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 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 75019

Казань

2019

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-олифенирования. HWE - реакция. Энантиоселективное олифенирование, 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 хими 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 стабилизации 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.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

История возникновения и развития химии ФОС.

Соединения двухкоординированного фосфора.

Реакция Кабачника-Филдса.

Валентные и координационные состояния атома фосфора.

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

Реакция Абрамова. Фосфонат-фосфатная перегруппировка.

Основные классы ФОС, классификация и номенклатура ФОС.

Соединения однокоординированного фосфора.

Реакция Перкова.

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

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

Реакция Арбузова.

Структурные типы фосфорорганических соединений
Триалкилфосфиты. Реакция Арбузова и ее механизм.
Реакция Пудовика
Классификация и номенклатура ФОС.
Неклассические реакции Арбузова.
Реакция Михаэлиса-Беккера.
Общие принципы стабилизации соединений фосфора низкой координации.
Неклассическая реакция Арбузова.
Реакция Абрамова и фосфонат-фосфатная перегруппировка.
Валентные и координационные состояния атома фосфора. Основные классы ФОС.
Производные кислот фосфора высшей степени окисления (фосфаты, фосфонаты, фосфинаты). Основные типы соединений. Синтез и реакционная способность.
Реакция Виттига и реакция Хорнера.
Факторы, определяющие реакционную способность соединений трехвалентного трехкоординированного фосфора (наличие НЭП, связей Р-О-С, функциональных групп в боковой цепи). Нуклеофильная и электрофильная реакционная способность. Бифильность.
Основные типы соединений Р(III).
Соединения однокоординированного фосфора
Реакция Хорнера.
История возникновения и развития химии ФОС.
Тио- и дитиокислоты фосфора
Реакция Перкова.
Бифильность производных трехкоординированного фосфора
Реакции триалкилфосфитов с карбонильными и галоидкарбонильными соединениями.
Реакция Перкова.
Реакция Пудовика.
Основные классы ФОС, классификация и номенклатура ФОС.
Фосфораны - производные пятивалентного пятикоординированного фосфора.
Реакция Арбузова.
Общие принципы стабилизации соединений фосфора низкой координации.
Фосфораты - производные пятивалентного шестикоординированного фосфора.
Реакция Перкова.
Российская школа академика А.Е.Арбузова и немецкая школа А.Михаэлиса. Основные отечественные и мировые центры химии ФОС. Теоретическая и практическая значимость ФОС.
Фосфонатные карбанионы. Реакция Хорнера.
Реакция Абрамова. Фосфонат-фосфатная перегруппировка.
Номенклатура фосфорорганических соединений.
Соединения двухкоординированного фосфора.
Неклассические реакции 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. Высокмолекулярные 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. Высокмолекулярные 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.