

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.

Программа дисциплины

Синтез и дизайн элементоорганических комплексообразователей Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р.

Рецензент(ы):

Будников Г.К.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

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

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. (доцент) Гарифзянов А.Р. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Airat.Garifzyanov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

В настоящее время элементоорганические лиганды являются предметом интенсивного исследования в связи с уникальными свойствами соответствующих координационных соединений в процессах экстракционного и сорбционного концентрирования. Целью изучения дисциплины "Синтез и дизайн элементоорганических комплексообразователей" является ознакомление с современным состоянием методов синтеза лигандов, в состав которых входят функциональные группы, содержащие атомы фосфора, мышьяка, серы, селена. Рассмотрены подходы к созданию элементоорганических лигандов с заданными свойствами.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина 'Синтез и дизайн элементоорганических комплексообразователей' относится к вариативной части блока дисциплин (курс по выбору) учебного плана магистерской программы 'Методы аналитической химии'.

Для успешного усвоения дисциплины 'Синтез и дизайн элементоорганических комплексообразователей' необходимы знания и компетенции по дисциплинам 'Органическая химия', 'Неорганическая химия', 'Аналитическая химия'.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	должен обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	должен обладать владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Номенклатуру элементоорганических соединений, основные методы синтеза фосфорорганических комплексонов и экстрагентов (реакции Михаэлиса - Беккера, Арбузова, Кабачника - Филдса, Пудовика, Гофмана, Вильямсона)

2. должен уметь:

Исходя из структуры элементоорганического соединения предсказать его комплексообразующие, кислотно-основные и экстракционные свойства. Выбирать исходные реагенты и оптимальные методы синтеза элементоорганических лигандов.

3. должен владеть:

владеть методами синтеза фосфорорганических лигандов, методами изучения комплексообразующих и экстракционных свойств элементоорганических реагентов, методами безопасного обращения с элементоорганическими соединениями с учетом их физических и химических свойств

4. должен демонстрировать способность и готовность:

провести синтез фосфорорганических лигандов по известным методикам, изучить комплексообразующие и экстракционные свойства элементоорганических лигандов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Основные понятия химии координационных соединений.	2	1	0	2	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.	2	2	0	2	0	Коллоквиум
3.	Тема 3. Введение в химию фосфорорганических соединений.	2	3	2	4	0	Коллоквиум
4.	Тема 4. Соединения четырёхкоординированного фосфора.	2	4	2	2	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Фосфорорганические комплексоны. Свойства. Методы синтеза.	2	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	
6.	Тема 6. Элементоорганические экстрагенты.	2	6	2	2	0	Коллоквиум
7.	Тема 7. Методы исследования комплексобразующих и экстракционных свойств элементоорганических комплексообразователей.	2	7	2	4	0	Тестирование Коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Итого			10	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия химии координационных соединений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Координационные соединения. Факторы, влияющие на координационное число иона-комплексообразователя. Лиганды. Органические лиганды. Донорные атомы. Дентантность лигандов.

Тема 2. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Теория кислот и оснований Льюиса. Принцип ЖМКО. Жесткие и мягкие кислоты и основания Льюиса. Хелатный и суперхелатный эффект. Влияние числа атомов в цикле на устойчивость комплексов. Краун-соединения и поданды.

Тема 3. Введение в химию фосфорорганических соединений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Номенклатура фосфорорганических соединений. Соединения трехкоординированного фосфора. Фосфины, фосфиниты, фосфониты, фосфиты. Комплексообразующие свойства.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Методы синтеза соединений трехкоординированного фосфора.

Тема 4. Соединения четырехкоординированного фосфора.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нейтральные фосфорорганические соединения. Окиси фосфинов, фосфинаты, фосфонаты, фосфаты. Трибутилфосфат, триоктилфосфиноксид. Экстракционные свойства нейтральных фосфорорганических соединений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа. Образцы билетов. Билет 1. 1. Принцип ЖМКО Пирсона. Влияние природы донорного атома на устойчивость координационных соединений. 2. Номенклатура фосфорорганических кислот. Билет 2. 1. Суперхелатный эффект. Краун эфиры. 2. Фосфиноксиды. Номенклатура. Методы синтеза.

Тема 5. Фосфорорганические комплексоны. Свойства. Методы синтеза.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные методы синтеза соединений четырехкоординированного фосфора. Фосфорорганические комплексоны. Аминофосфоновые кислоты. Методы синтеза. Реакция Кабачника-Филдса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Этилендиаминтетраметиленфосфоновая кислота. Иминотрисметиленфосфоновая кислота. Оксиэтилендифосфоновая кислота. Комплексообразующие свойства, практическое применение.

Тема 6. Элементоорганические экстрагенты.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Трибутилфосфат, триоктилфосфиноксид. Экстракция кислот. Экстракция ионов металлов. Применение в гидрометаллургии отработанного ядерного топлива.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Экстракционные свойства фосфорорганических кислот. Диалкилфосфорные и диалкилфосфиновые кислоты. Ди-2-этилгексилфосфорная кислота. Ди- и моноиофосфорные кислоты. Комплексообразующие и экстракционные свойства. Функционализированные фосфоновые кислоты.

Тема 7. Методы исследования комплексообразующих и экстракционных свойств элементоорганических комплексообразователей.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методы установления состава и устойчивости комплексных соединений.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Механизмы экстракционных процессов. Экстракция кислот. Экстракция ионов металлов. Изотермы экстракции.

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
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия химии координационных соединений.	2	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.	2	2	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
3.	Тема 3. Введение в химию фосфорорганических соединений.	2	3	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
4.	Тема 4. Соединения четырехкоординированного фосфора.	2	4	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Фосфорорганические комплексоны. Свойства. Методы синтеза.	2	5	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
6.	Тема 6. Элементоорганические экстрагенты.	2	6	подготовка к коллоквиуму	10	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Методы исследования комплексообразующих и экстракционных свойств элементоорганических комплексообразователей.	2	7	подготовка к коллоквиуму	5	коллоквиум
				подготовка к тестированию	5	тестирование
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- контрольная работа по разделам 1-3.
- коллоквиум в форме круглого стола по разделам 4, 6.

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

Тема 1. Введение. Основные понятия химии координационных соединений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Координационные соединения. Факторы, влияющие на координационное число иона-комплексообразователя. Лиганды. Органические лиганды. Донорные атомы. Дентантность лигандов. Термодинамические характеристики процессов комплексообразования. Константы устойчивости.

Тема 2. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.

коллоквиум , примерные вопросы:

Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Теория кислот и оснований Льюиса. Принцип ЖМКО. Жесткие и мягкие кислоты и основания Льюиса. Хелатный и суперхелатный эффект. Влияние числа атомов в цикле на устойчивость комплексов. Краун-соединения и поданды.

Тема 3. Введение в химию фосфорорганических соединений.

коллоквиум , примерные вопросы:

Номенклатура фосфорорганических соединений. Соединения трехкоординированного фосфора. Фосфины, фосфиниты, фосфониты, фосфиты. Комплексообразующие свойства.

Тема 4. Соединения четырехкоординированного фосфора.

контрольная работа , примерные вопросы:

Образцы билетов. Билет 1. 1. Принцип ЖМКО Пирсона. Влияние природы донорного атома на устойчивость координационных соединений. 2. Номенклатура фосфорорганических кислот. Билет 2. 1. Суперхелатный эффект. Краун эфиры. 2. Фосфиноксиды. Номенклатура. Методы синтеза.

Тема 5. Фосфорорганические комплексоны. Свойства. Методы синтеза.

коллоквиум , примерные вопросы:

Комплексоны. Аминополикарбоновые кислоты. Этилендиаминтетрауксусная кислота. Иминотриуксусная кислота. Фосфорорганические комплексоны. Методы синтеза. Реакция Кабачника-Филдса. Реакция Гофмана. Химико-аналитические свойства фосфорорганических комплексонов. Оксиэтилендифосфоновая кислота. Ингибирование солеотложения.

Тема 6. Элементоорганические экстрагенты.

коллоквиум , примерные вопросы:

Нейтральные фосфорорганические экстрагенты. Трибутилфосфат. Триоктилфосфиноксид. Применение в гидрометаллургии отработанного ядерного топлива. Фосфорорганические поданды. Фосфорорганические кислоты. Ди-2-этилгексилфосфорная кислота и его аналоги. Аминофосфорильные соединения как перспективные реагенты для процессов разделения и концентрирования. Тиокислоты фосфора как экстрагенты ионов халькофильных

Тема 7. Методы исследования комплексообразующих и экстракционных свойств элементоорганических комплексообразователей.

коллоквиум , примерные вопросы:

Инструментальные методы определения состава и устойчивости координационных соединений. Применение методов математического моделирования.

тестирование , примерные вопросы:

Тест по разделам 4-6 программы. Примеры тестовых вопросов. 1. Какой из перечисленных катионов образует наиболее прочные комплексы с диэтилдитиокарбаминатом Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Tl^+ 2. Установите соответствие между катионом и органическим реагентом для его определения Алюминий(3+) 8-оксихинолином Железо(3+) салициловая кислота Никель(2+) диметилглиоксим Медь(2+) диэтилдитиокарбаминат Медь(+) фенантролин 3. Какая структурная формула соответствует Арсеназо III

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примеры вопросов к зачету.

1. Трибутилфосфат. Методы синтеза. Применение в экстракционных процессах.
2. Применение метода изомолярных серий для определения состава экстрагирующегося комплекса.
3. Оксиэтилендифосфоновая кислота. Методы получения и практическое применение.

Примеры тестовых вопросов.

1. Какой из перечисленных катионов образует наиболее прочные комплексы с диэтилдитиокарбаминатом Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Tl^+
2. Установите соответствие между катионом и органическим реагентом для его определения Алюминий(3+) 8-оксихинолином Железо(3+) салициловая кислота Никель(2+) диметилглиоксим Медь(2+) диэтилдитиокарбаминат Медь(+) фенантролин
3. Какая структурная формула соответствует Арсеназо III

7.1. Основная литература:

1. Низамов И.С. Органические соединения четырехкоординированного фосфора; ГОУ ВПО ТГГПУ. - Казань: Тат. Гос. гуманитарно-пед. Ун-т, 2010. - 205с.
2. Кабачник М.И. Химия фосфорорганических соединений : избр. Тр.: в 3 т. -М. : Наука, 2008

7.2. Дополнительная литература:

1. Коллмен Дж., Хигедас Л., Нортон Дж., Финке Р. Металлоорганическая химия переходных металлов. М. Мир. Т.т. 1,2. 1990.
2. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. М.: Химия, 1988.
3. Химия элементоорганических соединений. Ред. Черкасов Р.А. Изд. Казанского университета. Ч.1. 1992. Ч.2. 1993.

4. Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. 1984. Т. 29. В. 3. (Номер посвящен комплексонам и их применению.)

5. М.И. Кабачник, Т.Я. Медведь, Н.М. Дятлова, М.В. Рудомино. Фосфорорганические комплексоны. Успехи химии, 1974, Том 43, Номер 9, С. 1554-1574.

http://www.uspkhim.ru/php/paper_rus.phtml?journal_id=rc&paper_id=1851

7.3. Интернет-ресурсы:

Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org>

База данных Reaxys - <https://www.reaxys.com>

Журнал Solvent Extraction and Ion Exchange - <http://www.tandfonline.com/loi/lsei20#.VjUA3LfhAsN>

Российский химико-аналитический портал - <http://search.anchem.ru/>

Сайт Американского химического общества - <http://pubs.acs.org/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Синтез и дизайн элементоорганических комплексообразователей" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Для освоения дисциплины необходим доступ к сетевому ресурсу Reacsis

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Методы аналитической химии .

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. _____

"__" _____ 201__ г.