

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

А.Л. Голстик

1.8.2016
Регистрационный № УД-2467 /уч.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 05 04 Фундаментальная химия

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 04-2013
(название образовательного стандарта, типовой учебной программы, дата утверждения, регистрационный номер);

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.Г. Шклярук, старший преподаватель кафедры органической химии
Белгосуниверситета

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой органической химии Белорусского государственного университета
(протокол № ___ от _____);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского
государственного университета

(протокол № ___ от _____);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Теоретические основы органической химии переходных металлов» относится к циклу специальных дисциплин для студентов, обучающихся по специальности 1-31 05 01-04 Фундаментальная химия. Основная задача дисциплины – обеспечить объем знаний в теоретических аспектах металлоорганической химии переходных металлов. Учитывая разнообразное применение переходных металлов в органической химии и бурное развитие этой области в настоящее время, данная дисциплина призвана значительно расширить кругозор студентов, осовременить и сделать более востребованными их химические знания.

Основными целями изучения дисциплины являются:

1. Знакомство с основами номенклатуры и строения металлоорганических соединений переходных металлов.
2. Формирование представлений об основных типах механизмов реакций с участием металлоорганических соединений переходных металлов.
3. Возникновение навыков прогнозировать реакционную способность комплексов переходных металлов в зависимости от природы металла-комплексобразователя и лиганда.

Изучение дисциплины базируется на понятиях и методах исследования органической и неорганической, а также специальной дисциплине “Физические методы исследования органических соединений”. Знания, умения и навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, дополняют представления о строении и реакционной способности органических и металлоорганических соединений, полученные ранее в результате освоения дисциплин специализации “Органическая химия”.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекций и семинарских занятий, а также самостоятельную работу студентов, направленную на более глубокое изучение рекомендуемого материала. Формы текущей аттестации по учебной дисциплине включают устный опрос студентов во время семинарских занятий, проведение двух текущих проверочных и итоговой контрольной работы.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные теоретические представления металлоорганической химии переходных металлов;
- особенности строения и типичные механизмы реакций комплексов переходных металлов с углеродсодержащими лигандами.

уметь:

– предсказывать строение и магнитно-оптические свойства комплексов переходных металлов на основе их электронности, координационного числа металла и природы лиганда;

– прогнозировать реакционную способность металлоорганических комплексов переходных металлов на основе их строения, функциональности, представлять общепринятым способом механизм превращений.

владеть:

-специальной терминологией, применяемой в органической химии соединений переходных металлов.

Требования к компетенциям

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для Решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать Креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Владеть навыками работы с информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.
- ПК-5. Формулировать и решать задачи, возникающие в процессе производственно-технологической деятельности.

Дисциплина «Теоретические основы органической химии переходных металлов» преподается на 4-м курсе в течение одного, 7-го (осеннего) семестра. Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом учреждения высшего образования по специальности 1-31 05 04 – фундаментальная химия, составляет 54 часа. Из них аудиторных часов – 34 (24 лекционных часов, 6 часов семинарских занятий и 4 часа КСР).

Форма получения высшего образования – очная.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение. Основные понятия металлоорганической химии переходных металлов

Тема 1.1. Введение.

Основные этапы развития и достижения металлоорганической химии переходных металлов. Техника проведения эксперимента в химии органических соединений переходных металлов (особенности экспериментальных условий синтеза, выделение и установление структуры).

Тема 1.2. Номенклатура, изомерия, электронное строение металлоорганических соединений.

Основные положения номенклатуры металлоорганических соединений переходных элементов (рекомендации ИЮПАК 1999 г.). Бинарная, заместительная и координационная номенклатуры. Электронная конфигурация d-подуровня и степень окисления переходных металлов. Формальные заряды лигандов и число донируемых электронов. Правило Сиджвика (ковалентная и ионная модели подсчета электронов), исключения из него.

Раздел 2. Химическая связь и структура комплексов переходных металлов

Тема 2.1. Особенности связывания лигандов с металлом-комплексообразователем.

Электростатическая и ковалентная модели образования связи в σ -комплексах. Теории валентных связей, кристаллического поля, поля лигандов (прогностическая способность и недостатки). Мостиковые (μ) связи. Соединения со связью металл-металл (кластеры). Образование связи металл – π -донорный/ π -акцепторный лиганд. π -Дативное взаимодействие в комплексах переходных металлов. Координационное число атома металла. Гомо- и гетеролептические комплексы. Геометрия металлоорганических комплексов, границы применимости теории Гиллеспи для предсказания их структуры. Принцип изолюбальной аналогии. Отношения изолюбальности. Аналогия депротонирования.

Тема 2.2. Спектральные и магнитные свойства комплексов.

Зависимость поглощения электромагнитного излучения комплексами переходных металлов от электронного строения и типа координированных лигандов (спектдохимический ряд), влияние заряда центрального иона и геометрии комплекса. Понятие о магнитном моменте комплексов переходных металлов (орбитальная и магнитная составляющие), способы его вычисления и измерения.

Раздел 3. Основные типы лигандов в металлоорганической химии и их классификация

Тема 3.1. Лиганды, связанные с атомом металла σ -связью.

Галогениды. Кислородсодержащие и серосодержащие лиганды. Азотсодержащие лиганды. Дентантность лиганда. Фосфиновые лиганды. Стерические свойства фосфинов, понятие конического угла Толмана. Особенности связи в фосфиновых комплексах. Другие фосфорсодержащие лиганды. Гидриды. Углеродсодержащие σ -лиганды. Моногапто-лиганды.

Тема 3.2. Лиганды, связанные с атомом металла кратными связями.

σ - и π -Связанные лиганды. Оксид углерода(II), карбеновые и карбиновые лиганды.

Тема 3.3. Лиганды, связанные более чем одним атомом (полигапто-лиганды).

η^2 -Олефиновые и ацетиленовые лиганды. η^4 -1,4-Диеновые лиганды. η^3 -Аллильные лиганды и их винилоги. η^5 -Диенильные лиганды. η^6 -Ареновые лиганды. Ненасыщенные азотсодержащие лиганды. Молекулярный азот, кислород, углекислый газ в роли лиганда.

Раздел 4. Основные типы реакций органических производных переходных металлов

Тема 4.1. Процессы обмена координированных лигандов.

Ассоциативный (A), диссоциативный (D) и активационные (I_a I_d) механизмы лигандного обмена. Лигандный обмен в 16-, 17- и 18-электронных металлоорганических соединениях. Обмен полигапто-лигандов. Способы ускорения реакций лигандного обмена. Понятие о фотохимии металлоорганических соединений.

Тема 4.2. Реакции окислительного присоединения.

Двухэлектронное и одноэлектронное окислительное присоединение. Особенности окислительного присоединения в зависимости от типа присоединяющихся частиц. Внутримолекулярное и межмолекулярное окислительное присоединение. Основные пути переноса электрона при окислительном присоединении полярных частиц. Реакции окислительной циклизации.

Тема 4.3. Реакции восстановительного элиминирования.

Типы и особенности протекания реакций восстановительного элиминирования. Методы ускорения восстановительного элиминирования. Реакции восстановительной фрагментации.

Тема 4.4. Реакции элиминирования и отрыва водорода.

Процессы α -элиминирования и α -отрыва.

Процессы β -элиминирования и β -отрыва.

Понятие об агостическом взаимодействии.

Процессы γ - и δ -элиминирования.

Тема 4.5. Реакции внутримолекулярного внедрения и экструзии лигандов с кратными связями.

Внутримолекулярные реакции внедрения. Механизм процесса внедрения.

Факторы, влияющие на процесс внедрения. Ускорения процесса внедрения. Внедрение моногапто-лигандов. Внедрение оксида углерода(II). Внедрение групп, отличных от СО. Миграционное внедрение алкильных групп.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Основные понятия металлоорганической химии переходных металлов	2						
1.1 1.2	Введение. Основные понятия металлоорганической химии переходных металлов	2						Устный отчет по домашней работе
2	Химическая связь и структура комплексов переходных металлов	6		2			1	
2.1	Особенности связывания лигандов с металлом-комплексообразователем	5						Устный отчет по домашней работе
2.2	Спектральные и магнитные свойства комплексов	1		2			1	Фронтальный письменный опрос
3	Основные типы лигандов в металлоорганической химии и их классификация	6		2			1	
3.1	Лиганды, связанные с атомом металла σ -связью	3						Устный отчет по домашней работе
3.2	Лиганды, связанные с атомом металла кратными связями	1						Устный отчет по домашней работе

3.3	Лиганды, связанные более чем одним атомом (полигапто-лиганды)	2		2			1	Фронтальный письменный опрос
4	Основные типы реакций органических производных переходных металлов	10		2			2	
4.1	Процессы обмена координированных лигандов	3						Фронтальный письменный опрос
4.2	Реакции окислительного присоединения	3						Устный отчет по домашней работе
4.3	Реакции восстановительного элиминирования	2						Фронтальный письменный опрос
4.4	Реакции элиминирования и отрыва водорода	1						Устный отчет по домашней работе
4.5	Реакции внутримолекулярного внедрения и экструзии лигандов с кратными связями.	1		2			2	Контрольная работа
	ИТОГО	24		6			4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная литература

Основная

1. Коллмен, Дж. Металлоорганическая химия переходных металлов / Дж. Коллмен, Л. Хигедас, Дж. Нортон, Р. Финке. М.: Мир, 1989. Ч.1. 564 с. Ч.2. 650 с.
2. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия / К. Эльшенбройх. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 567 с.
3. Общая органическая химия / под ред. Д. Бартона, У.Д. Оллиса. Т.7: Металлоорганические соединения. М.: Химия, 1984. 567 с.
4. Колхаун, Х.М. Новые пути органического синтеза. Практическое использование переходных металлов / Х.М. Колхаун, Д. Холтон, Д. Томпсон, М. Твигг. М.: Химия, 1989. 564 с.

Дополнительная

5. Crabtree, R. H. The Organometallic Chemistry of the Transition Metals / R. H. Crabtree. USA: John Wiley & Sons, 2014. 504 p.
6. Bates, R. Organic Synthesis Using Transition Metals / R. Bates. USA: John Wiley & Sons, 2012. 454 p.
7. Spessard, G. O. Organometallic chemistry / G. O. Spessard, G. L. Miessler. Oxford: Oxford University Press; 2nd Ed., 2010. 752 p.
8. Tsuji, J. Transition Metal Reagents and Catalysts: Innovations in Organic Synthesis / J. Tsuji. New York: John Wiley & Sons, 2000. 754 p.
9. Astruc, D. Organometallic Chemistry and Catalysis / D. Astruc, Berlin: Springer, 2007. 456 p.
10. Comprehensive Organometallic Chemistry III. London: Elsevier, 2007. 834 p.
11. Tsuji, J. Palladium Reagents and Catalysts – New Perspectives for the 21st Century / J. Tsuji. New York: John Wiley & Sons, 2004. 754 p.
12. Катализ в C₁-химии / под ред. В. Кайма. Л.: Химия, 1987. 734 с.
13. Катализ в промышленности / под ред. Б. Лич. Т. 1,2, М.: Мир, 1986. Т.1. 455 с. Т.2. 854 с.
14. Фельдблюм, В.Ш. Димеризация и диспропорционирование олефинов / В.Ш. Фельдблюм. М.: Химия, 1978. 754 с.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для диагностики компетенций студентов могут быть рекомендованы следующие формы:

- контрольные работы;
- устные отчеты по домашним заданиям;
- фронтальный письменный опрос;
- отчеты по лабораторным работам;
- оценка работы в семестре по рейтинговой системе ;
- зачет

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Органическая химия	органической химии	Замечаний нет	Изменений не требуется 3.06. 2016 № 11
2. Неорганическая химия	неорганической химии	Замечаний нет	Изменений не требуется 09.04.2016 № 10
3. Физические методы исследования органических соединений	органической химии	Замечаний нет	Изменений не требуется 3.06. 2016 № 11

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)