

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ А.В. Великородов

«21» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой химии,
к.х.н. доцент
_____ Л.А. Джигола

«21» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КАТАЛИЗ В ТОНКОМ ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Составитель	Чабакова А.К., доцент, к.х.н., доцент
Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль) ОПОП	Медицинская и фармацевтическая химия
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	Очно-заочная
Год приема	2021
Курс	4
Семестр	8

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины «Катализ в тонком органическом синтезе лекарственных средств»: формирование знаний о новейшем и интенсивно развивающемся направлении современной химии – каталитический органический синтез, получение представлений о механизмах гомогенных и гетерогенных каталитических реакций, освоение основных методов каталитического синтеза различных классов органических соединений.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- рассмотреть научные основы катализа в органическом синтезе (типы гомогенных и гетерогенных катализаторов, применяемых в органическом синтезе, классификацию каталитических органических реакций, элементарные стадии каталитических циклов);
- изучить особенности механизмов каталитических органических реакций;
- дать информацию о практическом использовании катализа в тонком органическом синтезе, а также в различных промышленных процессах, в том числе фармацевтических производствах;
- сформировать навыки синтеза целевых органических соединений, варьируя природу катализатора и условия проведения реакции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина относится к циклу (Б1.В.Д.06.01), вариативная часть (элективные дисциплины) и осваивается в 8 семестре. Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: учебный курс логически связан с теоретическими основами и практическими навыками, полученными при изучении бакалаврами базовых профессиональных дисциплин, таких как «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Квантовая механика и квантовая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», а также специальных профессиональных дисциплин, соответствующих профилям подготовки бакалавров направления «Химия».

Знания основных научных и технических проблем химической технологии органических лекарственных веществ; основных мировых достижений в области химической технологии органических лекарственных веществ; основных требований и стандартов к технологическому уровню химического производства, качеству выпускаемых продуктов и охране окружающей среды.

Умения проводить анализ методов и технологий получения, очистки и выделения основных и побочных продуктов органического синтеза лекарственных веществ.

Навыки владения методами теоретического и экспериментального исследования процессов химической технологии.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- анализ природных биологически активных соединений;
- основы медицинской химии.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки: *профессиональной:*

ПК-2. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

ПК-3. Способен синтезировать вещества и материалы разной природы, исследовать их структуру и свойства.

ПК-4. Способен изучать процессы с участием веществ и материалов различной химической природы.

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	<i>ИПК 2.1.1</i> технические средства и методы испытаний для решения конкретных исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<i>ИПК 2.2.1</i> выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения конкретных исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<i>ИПК 2.3.1</i> навыками использования технических средств и методов испытаний для решения конкретных исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации
ПК-3	<i>ИПК 3.1.1</i> экспериментальные работы по синтезу веществ и материалов разной природы по готовым методикам	<i>ИПК 3.2.1</i> проводить экспериментальные работы по синтезу веществ и материалов разной природы по готовым методикам	<i>ИПК 3.3.1</i> навыками проведения экспериментальных работ по синтезу веществ и материалов разной природы по готовым методикам
ПК-4	<i>ИПК 4.1.1</i> процессы с участием веществ и материалов различной химической природы	<i>ИПК 4.2.1</i> изучать процессы с участием веществ и материалов различной химической природы	<i>ИПК 4.3.1</i> навыками изучения процессов с участием веществ и материалов различной химической природы

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём дисциплины составляет 3 зачётных единицы, в том числе 17 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 17 часов – лабораторные занятия) и 91 час – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Введение в каталитический органический син-	8			5		20	Собеседование, лабораторная работа 1

Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
тез							
Тема 2. Гомогенный металлокомплексный катализ				4		26	Собеседование, лабораторная работа 2
Тема 3. Гетерогенный катализ				4		25	Собеседование, лабораторная работа 3
Тема 4. Органокатализ				4		20	Собеседование, защита реферата
Итого				17		91	зачёт - 8 семестр

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ПК-2	ПК-3	ПК-4	
Тема 1. Введение в каталитический органический синтез	25	+	+	+	3
Тема 2. Гомогенный металлокомплексный катализ	30	+	+	+	3
Тема 3. Гетерогенный катализ	29	+	+	+	3
Тема 4. Органокатализ	24	+	+	+	3
Итого	108				

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. Введение в каталитический органический синтез

Роль катализа в органической химии. Концепция экономии атомов. Типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный катализ, гетерогенно-гомогенный катализ, мицеллярный катализ, межфазный, нанокатализ. Классификация по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ.

Тема 2. Гомогенный металлокомплексный катализ

Характеристика гомогенных катализаторов. Электронные и пространственные эффекты лигандов. Классификация лигандов в соответствии с донорным атомом. Моно- и бидентатные лиганды. σ -Донорные и π -акцепторные свойства лигандов. Элементарные стадии и механизм металлокомплексного катализа. Окислительное присоединение, реакции внедрения, альфа-, бета-элиминирование, гаптотропные перегруппировки, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование, окислительное сочетание и восстановительное расщепление. Основные реакции, катализируемые комплексами переходных металлов: гидрирование алкенов; окисление (Вакер-процесс, эпоксидирование олефинов, гидроксилирование метал-оксо-комплексами, металл-дикислородные интермедиаты в реакциях селективного окисления C-H связей в углеводородах); карбонилирование и карбоксилирование (карбонилирование метанола, алкенов, алкинов и арилгалогенидов, гидроформилирование олефинов); метатезис алкенов, алкинов и циклоалкенов; реакции кросс-сочетания (реакция Хека, кросс-сочетание с использованием элементоорганических соединений); C-H-активация и функционализация алканов и аренов (электрон-насыщенные металлы, реакции переноса водорода, борирование алканов и аренов, электрофильные катализаторы).

Тема 3. Гетерогенный катализ

Гетерогенные металлокомплексные катализаторы. Носители для металлокомплексных катализаторов. Адсорбционная, ионообменная, координационная и ковалентная гетерогенизация. Топологическое закрепление комплексов переходных металлов. Концепции гетерогенного катализа. Катализ металлополимерами. Гидрогенирование CO и CO₂. Процесс Фишера-Тропша. Метатезис алканов, алкенов, и алкинов. Окисление углеводородов. Достоинства и недостатки гетерогенных металлокомплексных катализаторов. Нанокатализ на границе гомогенного и гетерогенного катализа.

Тема 4. Органокатализ

Органокатализаторы (кислоты и основания Льюиса). Аллильное алкилирование. Окисление и восстановление. Реакция Байлиса-Хиллмана. Реакция Манниха. Реакция Дильса-Альдера. Реакция Михаэля. Реакции раскрытия цикла.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине:

Лабораторные занятия обеспечивают связь теории и практики, содействуют выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных в ходе самостоятельной работы в процессе решения различных прикладных задач. Формы проведения лабораторных занятий: выполнение лабораторной работы, развернутая беседа с результатами исследований и их обсуждение; дискуссия, индивидуальное или групповое выполнение упражнений, семинар – коллоквиум, применение интерактивного обучения.

По данной дисциплине разработаны сборник заданий и упражнений, сопровождающихся методическими указаниями, применительно к конкретным разделам и темам.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

а) основная литература:

1. Хайрутдинов Ф.Г., Синтез лекарственных веществ [Электронный ресурс] / Ф.Г. Хайрутдинов и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 136 с. - ISBN 978-5-7882-1620-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216201.html> (ЭБС «Консультант студента»).

2. Бухаров С.В., Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Бухаров, Г.Н. Нугуманова. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 268 с. - ISBN 978-5-7882-1436-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214368.html> (ЭБС «Консультант студента»).

б) дополнительная литература:

1. Смит В.А., Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 753 с. - ISBN 978-5-9963-2369-2 - Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323692.html> (ЭБС «Консультант студента»).

2. Журавлева М.В., Катализ в органической технологии : учебное пособие / М.В. Журавлева, Г.Ю. Климентова, О.В. Зиннурова, А.А. Фирсин - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 160 с. - ISBN 978-5-7882-1983-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219837.html> (ЭБС «Консультант студента»).

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Классификация по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ.	20	Составление конспекта
Основные реакции, катализируемые комплексами переходных металлов: гидрирование алкенов; окисление (Вакер-процесс, эпоксидирование олефинов, гидроксилирование метал-оксо-комплексами, металл-дикислородные интермедиаты в реакциях селективного окисления С-Н связей в углеводородах); карбонилирование и карбоксилирование (карбонилирование метанола, алкенов, алкинов и арилгалогенидов, гидроформилирование олефинов); метатезис алкенов, алкинов и циклоалкенов; реакции кросс-сочетания (реакция Хека, кросс-сочетание с использованием элементоорганических соединений); С- Н-активация и функционализация алканов и аренов (электрон-насыщенные металлы, реакции переноса водорода, борирующие алканов и аренов, электрофильные катализаторы).	26	Составление конспекта
Окисление углеводородов. Достоинства и недостатки гетерогенных металлокомплексных катализаторов. Нанокатализ на границе гомогенного и гетерогенного катализа.	25	Составление конспекта
Реакция Дильса-Альдера. Реакция Михаэля. Реакции раскрытия цикла.	20	Составление конспекта, Составление реферата

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно:

Допускается самостоятельный выбор студентом темы реферата. по дисциплине «Катализ в тонком органическом синтезе лекарственных средств».

Требования к оформлению реферата:

Реферат должен быть представлен в форме печатной работы (электронная версия обязательна) объемом *от 20 до 40 страниц*, созданный в редакторе Microsoft Word (Windows), и сохранен в формате doc (docx), шрифт – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,0; абзац – 1,25; выравнивание по ширине, отступы: слева и справа – 2,5 см, сверху и снизу – 2,5 см, ориентация – книжная.

Оформление списка литературы к реферату:

1. Аршанский, Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля [Текст] / Е.Я. Аршанский . – М.: Вентана-Граф, 2003. – 176 с.
2. Береснева, Е.В. Использование технологии критического мышления при изучении органической химии в средней школе [Текст] / Е.В. Береснева, Е.Н. Загвоздкина // Химия в школе. – 2008. – № 8. – С. 17–22.
3. Левитес, Д.Г. Школа для профессионалов или семь уроков для тех, кто учит / Д.Г. Левитес. – Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК». – 2001. – 256 с.
4. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст] / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева, А.Е. Петров; под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 272 с.

5. Храпов, С.А. Технологии CDIO в сфере социализации студентов (опыт Астраханского государственного университета) [Электронный ресурс]. / С.А. Храпов. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru/f_dite/conf/2013/4/khrapov.pdf

Темы рефератов

1. Катализ и катализаторы. Промоторы. Каталитические яды. Носители. Теории гетерогенного катализа.
2. Классификация каталитических процессов и катализаторов по механизму и подбор катализаторов. Катализ и термодинамика.
3. Основные стадии катализа: физическая адсорбция, химическая адсорбция (хемосорбция), адсорбция на неоднородной поверхности, десорбция.
4. Определение активности, селективности, элементарного акта.
5. Методы измерения каталитической активности.
6. Стационарный и квазистационарный режимы катализа.
7. Ленгмюровская кинетика каталитических реакций.
8. Кинетика сложных каталитических реакций по Тёмкину.
9. Диффузионная кинетика.
10. Каталитические реакции в нестационарном режиме.
11. Диссипативные структуры в катализе.
12. Промежуточные соединения в гетерогенном катализе. Применение физических методов *in situ*.
13. Теория абсолютных скоростей и ее применение к катализу.
14. Методы исследования переноса энергии в элементарном каталитическом акте.
15. Обмен энергий при взаимодействии газа с поверхностью.
16. Прекурсор и поверхностная диффузия.
17. Электронная теория катализа на полупроводниках.
18. Цепные эффекты в катализе.
19. Фазовые превращения в катализе и структура поверхности.
20. Основные требования к промышленному катализу.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбора заданий, круглых столов и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

Подбор выполняемых на лабораторных занятиях заданий направлены на формирование у обучающихся умений и навыков в области катализа в тонком органическом синтезе лекарственных средств.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Введение в каталитический органический синтез	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Разбор заданий
Тема 2. Гомогенный металло-комплексный катализ	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Разбор заданий

Тема 3. Гетерогенный катализ	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Разбор заданий
Тема 4. Органокатализ	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Разбор заданий

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеоконференции, собеседования в режиме форума и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

- Adobe Reader. Программа для просмотра электронных документов
- Платформа дистанционного обучения LMS Moodle. Виртуальная обучающая среда
- Mozilla FireFox. Браузер
- Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013. Пакет офисных программ
- 7-zip. Архиватор
- Microsoft Windows 7 Professional. Операционная система
- Kaspersky Endpoint Security. Средство антивирусной защиты
- Google Chrome. Браузер
- OpenOffice. Пакет офисных программ
- Opera. Браузер
- Paint .NET. Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>
2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>

3. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". <http://dlib.eastview.com> Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU

4. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИ-КОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.
<http://mars.arbicon.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Паспорт фонда оценочных средств:

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Катализ в тонком органическом синтезе лекарственных средств» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Введение в каталитический органический синтез	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Собеседование, лабораторная работа 1
2	Тема 2. Гомогенный металлокомплексный катализ	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Собеседование, лабораторная работа 2
3	Тема 3. Гетерогенный катализ	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Собеседование, лабораторная работа 3
4	Тема 4. Органокатализ	ПК-2, ПК-3, ПК-4	Собеседование, защита реферата

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетво-	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существен-

нительно»	ные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1. Введение в каталитический органический синтез

Вопросы для обсуждения

1. Роль катализа в органической химии.
2. Концепция экономии атомов. Типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе
3. Виды катализа: гомогенный и гетерогенный катализ, гетерогенно-гомогенный катализ, мицеллярный катализ, межфазный, нанокатализ
4. Классификация по химической природе катализатора: кислотно-основной катализ, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ, органокатализ.

Лабораторная работа 1

Каталитическое разложение перекиси водорода.

Реактивы: раствор пероксида водорода H_2O_2 (3%-й), порошкообразные оксид свинца (IV) PbO_2 и оксида марганца (IV) MnO_2 , лучина.

Выполнение опыта: В две пробирки налить по 10 капель 3%-го раствора пероксида водорода. Добавить на кончике шпателя: в одну – порошка оксида свинца (IV), в другую – оксида марганца (IV). По интенсивности выделения газа сравнить скорости разложения пероксида водорода. С помощью тлеющей лучины определить выделяющийся газ.

Тема 2. Гомогенный металлокомплексный катализ

Вопросы для обсуждения

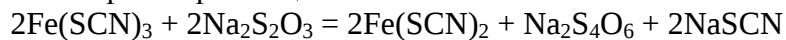
1. Характеристика гомогенных катализаторов
2. Электронные и пространственные эффекты лигандов. Классификация лигандов в соответствии с донорным атомом. Моно- и бидентатные лиганды. σ -Донорные и π -акцепторные свойства лигандов
3. Элементарные стадии и механизм металлокомплексного катализа.
4. Окислительное присоединение, реакции внедрения, α -, β -элиминирование, гаптотропные перегруппировки, реакции переноса электрона, восстановительное элиминирование, окислительное сочетание и восстановительное расщепление
5. Основные реакции, катализируемые комплексами переходных металлов: гидрирование алкенов; окисление (Вакер-процесс, эпоксидирование олефинов, гидроксилирование метал-оксо-комплексами, металл-дисульфидные интермедиаты в реакциях селективного окисления C-H связей в углеводородах); карбонилирование и карбоксилирование (карбонилирование метанола, алкенов, алкинов и арилгалогенидов, гидроформилирование олефинов); метатезис алкенов, алкинов и циклоалкенов; реакции кросс-сочетания (реакция Хека, кросс-сочетание с использованием элементоорганических соединений); C-H-активация и функционализация алканов и аренов (электрон-насыщенные металлы, реакции переноса водорода, борирование алканов и аренов, электрофильные катализаторы).

Лабораторная работа 2

Каталитическое восстановление роданида железа (III).

Реактивы: растворы роданида калия KSCN, хлорида железа (III) FeCl₃, сульфата меди CuSO₄, тиосульфата натрия Na₂S₂O₃.

При взаимодействии роданида калия с хлоридом железа (III) образуется малодиссоциированное вещество кроваво-красного цвета – роданид железа. При добавлении тиосульфата натрия происходит восстановление роданида железа (III) до роданида железа (II), в результате чего раствор обесцвечивается:



Выполнение опыта. В двух пробирках получить вначале роданид железа (III). Для этого в каждую из пробирок налить по 10 капель раствора роданида калия и по 1 капле хлорида железа (III). В одну из пробирок внести 1 каплю раствора сульфата меди. Затем в обе пробирки одновременно добавить по 10 капель тиосульфата натрия (предварительно подготовленного в двух других пробирках). Наблюдать различную скорость обесцвечивания раствора.

Тема 3. Гетерогенный катализ

Вопросы для обсуждения

1. Гетерогенные металлокомплексные катализаторы
2. Носители для металлокомплексных катализаторов
3. Адсорбционная, ионообменная, координационная и ковалентная гетерогенизация
4. Топологическое закрепление комплексов переходных металлов
5. Концепции гетерогенного катализа. Катализ металлополимерами. Гидрогенирование CO и CO₂. Процесс Фишера-Тропша. Метатезис алканов, алкенов, и алкинов. Окисление углеводородов
6. Достоинства и недостатки гетерогенных металлокомплексных катализаторов. Нанокатализ на границе гомогенного и гетерогенного катализа.

Лабораторная работа 3

Полимеризация стирола

По заданию преподавателя взвесить необходимую массу ингибитора на аналитических весах. Приготовить раствор: 27 мл стирола, 3 мл этилбензола, 0,0243 гр диметилбензил

пероксида ($C_{18}H_{22}O_2$), полученный раствор хорошо перемешать, добавить навеску ингибитора. Нагреть термостат до 125-126 С, заполнить дилатометр приготовленным раствором, дилатометр поместить в нагретый термостат.

Схема установки полимеризации стирола состоит из термостата 1, термометра 2, штатива с лапкой 3,4 и закрепленного дилатометра 5.

Полимеризация виниловых мономеров по $C=C$ связи сопровождается уменьшением объема (порядка 20% от объема мономера при 100% конверсии) реакционной смеси, что обусловлено разностью в плотностях мономера и полимера. Поэтому, следя за усадкой полимеризующейся системы в реакционном сосуде (дилатометре) в ходе реакции, можно определить скорость реакции.

Тема 4. Органокатализ

Вопросы для обсуждения

1. Органокатализаторы (кислоты и основания Льюиса)
2. Аллильное алкилирование. Окисление и восстановление. Реакция Байлиса-Хиллмана. Реакция Манниха. Реакция Дильса-Альдера. Реакция Михаэля. Реакции раскрытия цикла.

Темы рефератов

1. Катализ и катализаторы. Промоторы. Каталитические яды. Носители. Теории гетерогенного катализа.
2. Классификация каталитических процессов и катализаторов по механизму и подбор катализаторов. Катализ и термодинамика.
3. Основные стадии катализа: физическая адсорбция, химическая адсорбция (хемосорбция), адсорбция на неоднородной поверхности, десорбция.
4. Определение активности, селективности, элементарного акта.
5. Методы измерения каталитической активности.
6. Стационарный и квазистационарный режимы катализа.
7. Ленгмюровская кинетика каталитических реакций.
8. Кинетика сложных каталитических реакций по Тёмкину.
9. Диффузионная кинетика.
10. Каталитические реакции в нестационарном режиме.
11. Диссипативные структуры в катализе.
12. Промежуточные соединения в гетерогенном катализе. Применение физических методов *in situ*.
13. Теория абсолютных скоростей и ее применение к катализу.
14. Методы исследования переноса энергии в элементарном каталитическом акте.
15. Обмен энергий при взаимодействии газа с поверхностью.
16. Прекурсор и поверхностная диффузия.
17. Электронная теория катализа на полупроводниках.
18. Цепные эффекты в катализе.
19. Фазовые превращения в катализе и структура поверхности.
20. Основные требования к промышленному катализу.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачёт

1. Классификация каталитических органических процессов.
2. Типы катализаторов, применяемых в органическом синтезе. Характеристика гомогенных и гетерогенных катализаторов.
3. Асимметрическое каталитическое гидрирование олефинов.
4. Гидроборирование, гидроцианирование и гидроаминирование алкенов.
5. Метатезис алканов, алкенов, алкинов и циклоалкенов.

6. Металл-дикислородные интермедиаты в реакциях селективного окисления С-Н связей в углеводородах.
7. Реакции карбонилирования и карбоксилирования (промышленные процессы синтеза).
8. Каталитические реакции формирования связей углерод-углерод и углеродгетероатом.
9. Каталитические реакции С-Н-активации и функционализации алканов и аренов.
10. Стереоселективные реакции окисления (Нобелевская премия 2001 г., Б. Шарплесс).
11. Методы получения и основные характеристики гетерогенных металлокомплексных катализаторов.
12. Гидрогенирование моно- и диоксида углерода.
13. Процесс Фишера-Тропша.
14. Катализ наночастицами. Сходства и различия с классическим гомогенным и гетерогенным катализом.
15. Определение органокатализа. Основные классы органокатализаторов.
16. Реакции, катализируемые органокатализаторами.
17. "Клик-химия" – современный подход к поиску новых фармацевтических препаратов.
18. С-Н-активация в синтезе природных соединений.
19. Промышленный каталитический синтез органических веществ.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

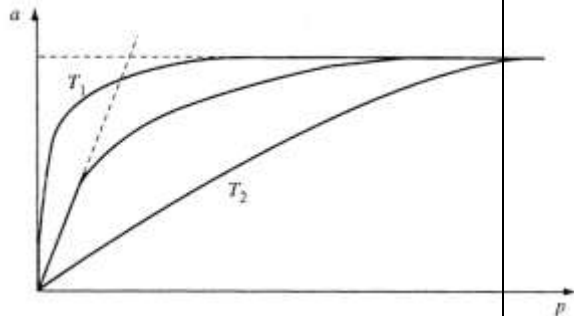
Таблица 2. Примеры оценочных средств с ключевыми правильными ответами						
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)		
ПК-2. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.						
1.	Задание закрытого типа	Какие из утверждений являются <u>верными</u> : а) катализаторы, участвующие в реакции входят в состав конечных продуктов. б) катализатор не находится в стехиометрическом отношении с продуктами и, как правило, генерируется после каждого цикла превращений реагентов в продукты. в) гетерогенный катализ – это процесс, при котором катализатор и реагирующие вещества находятся в одной и той же фазе. г) в промышленности чаще всего используют гетерогенно-каталитические процессы. д) при гетерогенно-гомогенном катализе процессы начинаются в жидкой или газовой фазах.	б, г	3		
2.		Установите соответствие: <table><tr><td>а) Кинетическая область протекания катализа</td><td>1) скорость реакции определяется непосредственно химическими превращениями на</td></tr></table>	а) Кинетическая область протекания катализа	1) скорость реакции определяется непосредственно химическими превращениями на	А-1 Б-3 В-2	3
а) Кинетическая область протекания катализа	1) скорость реакции определяется непосредственно химическими превращениями на					

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания		Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)								
		<table><tr><td></td><td>поверхности.</td></tr><tr><td>б) Область внешней диффузии</td><td>2) лимитирующей стадией является перенос вещества в порах внутри зерна катализатора.</td></tr><tr><td>в) Область внутренней диффузии</td><td>3) реакцию лимитирует подвод реагентов из газа или жидкости к наружной поверхности или отвод их от наружной поверхности катализаторов.</td></tr></table>		поверхности.	б) Область внешней диффузии	2) лимитирующей стадией является перенос вещества в порах внутри зерна катализатора.	в) Область внутренней диффузии	3) реакцию лимитирует подвод реагентов из газа или жидкости к наружной поверхности или отвод их от наружной поверхности катализаторов.					
	поверхности.												
б) Область внешней диффузии	2) лимитирующей стадией является перенос вещества в порах внутри зерна катализатора.												
в) Область внутренней диффузии	3) реакцию лимитирует подвод реагентов из газа или жидкости к наружной поверхности или отвод их от наружной поверхности катализаторов.												
3.		Выберите правильную последовательность основных стадий гетерогенно-каталитической реакции: а) адсорбция→диффузия компонентов к катализатору→каталитическая реакция→десорбция→обратная диффузия продуктов. б) диффузия компонентов к катализатору→адсорбция→каталитическая реакция→десорбция→обратная диффузия продуктов. в) каталитическая реакция→адсорбция→десорбция→диффузия компонентов к катализатору→обратная диффузия продуктов. г) адсорбция→каталитическая реакция→диффузия компонентов к катализатору→десорбция→обратная диффузия продуктов.		б	3								
4.		Установите соответствие: <table><tr><td>а) Промоторы (активаторы) –</td><td>1) это вещества, воздействие которых на катализатор приводит к уменьшению его активности или к полному подавлению каталитического действия.</td></tr><tr><td>б) Каталитические (контактные) яды –</td><td>2) это вещества, которые при од-</td></tr><tr><td>в) Модифицирующие добавки –</td><td></td></tr><tr><td>г) Носители –</td><td></td></tr></table>		а) Промоторы (активаторы) –	1) это вещества, воздействие которых на катализатор приводит к уменьшению его активности или к полному подавлению каталитического действия.	б) Каталитические (контактные) яды –	2) это вещества, которые при од-	в) Модифицирующие добавки –		г) Носители –		А-4 Б-1 В-2 Г-3	3
а) Промоторы (активаторы) –	1) это вещества, воздействие которых на катализатор приводит к уменьшению его активности или к полному подавлению каталитического действия.												
б) Каталитические (контактные) яды –	2) это вещества, которые при од-												
в) Модифицирующие добавки –													
г) Носители –													

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания		Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			них концентрациях и температурах являются промоторами, а при других - каталитическими ядами. 3) это вещества, сами по себе неактивные или малоактивные, нанесение на них катализатора значительно повышает его активность. 4) вещества, добавление которых к катализатору увеличивают его активность, селективность, устойчивость.		
5.		Уравнению Ленгмюра соответствует формула: а) $a = a_m + \frac{bp}{1+bp} \text{ или } a = a_m + \frac{bc}{1+bc}.$ б) $a = \frac{a_m+bp}{1+bp}$ или $a = \frac{a_m+bc}{1+bc}.$ в) $a = a_m \frac{bp}{1+bp} \text{ или } a = a_m \frac{bc}{1+bc}.$ г) $a = \left(\frac{bp}{1+bp}\right)^{a_m} \text{ или } a = \left(\frac{bc}{1+bc}\right)^{a_m}.$		а	3
6.	Задание открытого типа	Роль катализа в органической химии		Роль катализа в органической химии заключается в изменении скорости химических реакций в присутствии веществ — катализаторов, которые к моменту окончания процесса остаются количественно неизменными. Катализаторы снижают энергию активации	8

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			реакции за счёт образования промежуточных соединений с реагирующими веществами (каталитических комплексов), обладающих меньшей энергией.	
7.		Характеристика гомогенных катализаторов	Гомогенный катализ — это вид катализа, при котором реагенты и катализатор находятся в одинаковом агрегатном состоянии, и между ними нет поверхности раздела. В случае гомогенного катализа катализатор, взаимодействуя с реагентами, образует с ними промежуточные соединения. В итоге величина энергии активации реакции с участием катализатора оказывается ниже энергии активации такой же реакции при его отсутствии.	8
8.		Электронные и пространственные эффекты лигандов	Электронные эффекты лигандов включают: Расщепление энергии d-орбиталей. В свободном ионе металла-комплексобразователя все пять d-орбиталей имеют одинаковую энергию. Если же ион находится в окружении лигандов, энергия d-орбиталей изменяется: у одних орбиталей энергия увеличивается, а у	8

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			других — уменьшается. Характер изменения энергии определяется расположением лигандов. • π-Дативное взаимодействие. При нём электроны переносятся от металла к лиганду. В результате увеличивается положительный заряд и акцепторные свойства иона металла, поэтому становится более прочной σ-связь металл — лиганд. Пространственные эффекты лигандов заключаются в том, что они располагаются вокруг комплексообразователя таким образом, чтобы силы притяжения были максимальны, а силы отталкивания минимальны.	
9.		σ -Донорные и π -акцепторные свойства лигандов	σ-Донорные свойства лигандов связаны с тем, что у их донорных атомов имеется неподеленная пара электронов, но отсутствуют вакантные орбитали. Такие лиганды являются только σ-донорами. К числу таких лигандов относят F-, Cl-, Br-, I-, NH₃, H₂O, спирты и другие. π-Акцепторные свойства лигандов связаны с наличием низколежащих вакантных π^*-орбиталей. При пере-	8

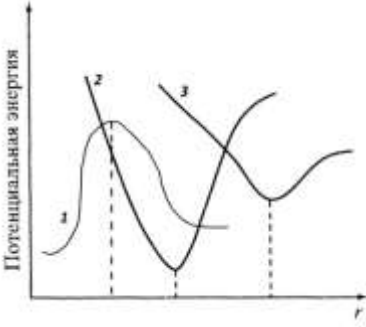
№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)				
			кривании этих орби- талей образуется до- полнительная π-связь металл-лиганд и про- исходит перенос элек- тронов от центрально- го атома к лиганду.					
10.	Задание ком- бинированно- го типа	Гомолитический разрыв связи О–Н в молекуле воды приводит к обра- зованию: а) $\text{H}^\bullet + \text{OH}^\bullet$. б) $\text{H}^+ + \text{OH}^-$. в) $\text{O}_2^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$. г) $\text{H}^+ + :\text{OH}$. Обоснуйте свой выбор	А При гомолитическом разрыве связи у каж- дой частицы остается по одному электрону. В реакциях, протека- ющих по радикально- му механизму мы наблюдаем гомолити- ческий разрыв связи в соединениях.	5				
ПК-3. Способен синтезировать вещества и материалы разной природы, исследовать их структуру и свойства.								
11.	Задание за- крытого типа	Ниже приведен общий вид изотерм адсорбции Ленгмюра при разных температурах ($T_2>T_1$) на одном и том же адсорбате. Согласно пред- ставленным изотермам, установите соответствие:  <table border="1" data-bbox="442 1632 940 1973"><tr><td>а) $bp\gg 1$, $a = a_m$</td><td>при больших давле- ниях адсорбция не зависит от давления и достигает насы- щения</td></tr><tr><td>б) $bp\ll 1$, $a = a_m bp$</td><td>при очень малых давлениях адсорб- ция пропорциональ- на давлению и соот- ветствует линейной изотерме Генри</td></tr></table>	а) $bp\gg 1$, $a = a_m$	при больших давле- ниях адсорбция не зависит от давления и достигает насы- щения	б) $bp\ll 1$, $a = a_m bp$	при очень малых давлениях адсорб- ция пропорциональ- на давлению и соот- ветствует линейной изотерме Генри	А-1 Б-2	3
а) $bp\gg 1$, $a = a_m$	при больших давле- ниях адсорбция не зависит от давления и достигает насы- щения							
б) $bp\ll 1$, $a = a_m bp$	при очень малых давлениях адсорб- ция пропорциональ- на давлению и соот- ветствует линейной изотерме Генри							
12.		Уравнению Ленгмюра соответству- ет формула:	a	3				

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
		а) $a = a_m + \frac{bp}{1+bp} \text{ или } a = a_m + \frac{bc}{1+bc}.$ б) $a = \frac{a_m+bp}{1+bp}$ или $a = \frac{a_m+bc}{1+bc}.$ в) $a = a_m \frac{bp}{1+bp} \text{ или } a = a_m \frac{bc}{1+bc}.$ г) $a = \left(\frac{bp}{1+bp}\right)^{a_m} \text{ или } a = \left(\frac{bc}{1+bc}\right)^{a_m}.$		
13.		Выберите утверждения, соответствующие Теории изотерм адсорбции И. Ленгмюра: а) все атомы поверхности имеют энергетически одинаковые адсорбционные центры (рассматривается однородная поверхность). б) на одном центре адсорбируется несколько молекул адсорбата и при заполнении всех центров образуется несколько монослоев. в) взаимодействием между соседними адсорбированными молекулами в теории пренебрегают. г) при адсорбционном равновесии скорость адсорбции не равна скорости десорбции.	а,в	3
14.		Уравнение Генри описывается выражением: а) $a = K_H p$ или $a = K_H c.$ б) $a = K_H / p$ или $a = K_H / c.$ в) $a = K_H^p$ или $a = K_H^c.$ г) $a = K_H - p$ или $a = K_H - c.$	а	3
15.		Описал и разработал превращение крахмала в сахар при нагреве с разбавленной серной кислотой: а) К. С. Кирхгоф. б) Л. Тенар. в) Э. Дэви. г) И. В. Дёберейнер.	а	3
16.	Задание открытого типа	Механизм металлокомплексного катализа	Механизм металлокомплексного катализа основан на взаимодействии субстрата с реагентом в коорди-	8

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			национной сфере комплекса металла. Важнейшую роль в металлокомплексном катализе играет лигандное окружение координирующего атома (или иона) металла комплекса, способное оказать влияние на геометрические и энергетические параметры промежуточных соединений.	
17.		Реакции переноса электрона	Реакция переноса электрона — это процесс передачи электрона от одного атома, молекулы или иона к другому. Различают два типа реакций переноса электрона. Внутрисферная реакция. Если донорный и акцепторный фрагменты объединены в одну молекулу и находятся вблизи друг друга. Например, реакции окисления или восстановления центрального иона в комплексном соединении лигандом, то есть перенос электрона с иона на лиганд или наоборот. Внешнесферная реакция. Это реакция переноса электрона в паре частиц, каждая из которых может существовать отдельно. В ходе такой реакции частицы реагентов остаются химически индивидуальными и	8

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			находятся каждая в своём сольватном или лигандном окружении.	
18.		Восстановительное элиминирование	Восстановительное элиминирование — это окисление лигандов металлом. Особенности восстановительного элиминирования можно понять, если рассматривать эту реакцию как окисление лигандов металлом: металл при этом восстанавливается, уменьшая степень окисления на 2 и приобретая 2 электрона в валентную оболочку.	8
19.		Реакции кросс-сочетания	Реакции кросс-сочетания — это реакции образования химической связи между двумя атомами углерода, находящимися в разных органических молекулах. Эти реакции основаны на использовании металлических катализаторов для связывания двух различных органических фрагментов.	8
20.	Задание комбинированного типа	Согласно Рогинскому, каталитические реакции можно разделить на: а) окислительно-восстановительные (одноэлектронные). б) гомофазные. в) кислотнo-основные (ионные). г) гетерофазные. Обоснуйте свой выбор.	А, г Окислительно-восстановительные реакции протекают с изменением степеней окисления химических элементов в соединениях. Гетерофазные реакции – это реакции, в которых участвующие в процессе вещества находятся в разных фазах. Например,	5

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			жидкое вещество – твердое вещество.	
ПК-4. Способен изучать процессы с участием веществ и материалов различной химической природы.				
21.	Задание за- крытого типа	Величину адсорбции из газовой фа- зы измеряют: а) объемным методом. б) амперометрическим методом. в) весовым методом. г) поляриметрическим методом.	а,в	3
22.		Изменение свободной энергии Гиббса (G) двухфазной системы можно выразить формулой: а) $dG^a = S^a dT + \sigma ds + \sum_i \mu_i dn_i^a$. б) $dG^a = S^a dT + \sigma ds - \sum_i \mu_i dn_i^a$. в) $dG^a = (S^a dT / \sigma ds) - \sum_i \mu_i dn_i^a$. г) $dG^a = (S^a dT / \sigma ds) \cdot \sum_i \mu_i dn_i^a$.	а	3
23.		Какие из утверждений являются <u>верными</u> : а) малые теплоты (2 – 6 ккал/моль для простых молекул, 10 – 20 ккал/моль для сложных молекул) соответствуют физической адсорб- ции, большие теплоты (20 – 100 ккал/моль) – химической адсорб- ции. б) физическая адсорбция происхо- дит медленно, с энергией актива- ции, а химическая – быстро, без энергии активации. в) физическая адсорбция происхо- дит вблизи точки кипения адсорба- та, а химическая – при более высо- ких температурах. г) при высоких температурах хи- мическая адсорбция бывает обра- тимой.	а, в, г	3
24.		На графике, представленном ниже, кривая, соответствующая физиче- ской адсорбции, обозначена циф- рой:	2	3

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
				
25.		Вблизи от равновесия реакции $A \leftrightarrow B$ катализатор ускоряет: а) реакцию $A \rightarrow B$. б) реакцию $B \leftarrow A$. в) в равной степени реакцию $A \rightarrow B$ и $B \leftarrow A$. г) не ускоряет ни одну из выше обозначенных.	в	3
26.	Задание от- крытого типа	Гетерогенные металлокомплексные катализаторы	Гетерогенные металлокомплексные катализаторы осуществляют катализ на поверхности, если они нерастворимы в данной среде или различными способами нанесены на носитель (полимер или неорганический материал).	8
27.		Носители для металлокомплексных катализаторов	Носители для металлокомплексных катализаторов — это материалы, обычно твёрдые вещества с большой площадью поверхности, к которым прикреплён катализатор. Некоторые типичные носители: • различные виды активированного угля; оксид алюминия; диоксид кремния; • природные	8

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			сорбенты: цеолиты, слоистые силикаты, дисперсные кремнезё- мы.	
28.		Органокатализаторы (кислоты и основания Льюиса)	Органокатализато- ры — это относитель- но небольшие органи- ческие молекулы, ко- торые не содержат ме- талла и используются для катализа органи- ческих реакций.	8
29.		Цепные эффекты в катализе	Цепные эффекты в ка- тали- зе объясняются цепно й теорией катализа, предложенной Н. Н. Семёновым и В. В. Воеводским. Соглас- но ей, причиной уско- рения каталитических процессов является цепной механизм ре- акции, который за- рождается на поверх- ности катализатора благодаря его ради- кальному характеру. При этом катализатор рассматривается как радикал, дающий начало цепным пре- вращениям.	8
30.	Задание ком- бинированно- го типа	Величину адсорбции из газовой фа- зы измеряют: а) объемным методом. б) амперометрическим методом. в) весовым методом. г) поляриметрическим методом. Обоснуйте свой выбор.	а,в Объёмный метод — это метод количе- ственного химическо- го анализа, основан- ный на измерении объёмов растворов, газов или осадков для установления концен- трации (содержания) определяемого веще- ства. Весовой метод (гра- виметрический ана-	5

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выпол- нения (в мину- тах)
			лиз) — это метод ко- личественного хими- ческого анализа, осно- ванный на точном из- мерении массы веще- ства.	

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представ- ления
Основной блок				
2	Ответы на практических заня- тиях	10	80	по расписанию
3	Защита реферата		20	по расписанию
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-5
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-5
<i>Неготовность к занятию</i>	-5
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-5

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

по дисциплине (модулю)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 674 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-93208-512-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085127.html> (дата обращения: 13.10.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Хайрутдинов Ф.Г., Синтез лекарственных веществ [Электронный ресурс] / Ф.Г. Хайрутдинов и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 136 с. - ISBN 978-5-7882-1620-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216201.html> (ЭБС «Консультант студента»).

3. Бухаров С.В., Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Бухаров, Г.Н. Нугуманова. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 268 с. - ISBN 978-5-7882-1436-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214368.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература:

4. Смит В.А., Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. - 4-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - 753 с. - ISBN 978-5-9963-2369-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323692.html> (ЭБС «Консультант студента»).

5. Журавлева М.В., Катализ в органической технологии : учебное пособие / М.В. Журавлева, Г.Ю. Климентова, О.В. Зиннурова, А.А. Фирсин - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 160 с. - ISBN 978-5-7882-1983-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219837.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные занятия по дисциплине «Катализ в тонком органическом синтезе лекарственных средств» проводятся в аудитории, снабженной необходимыми химическими реактивами, посудой и оборудованием.

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).