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. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Гомогенный и гетерогенный катализ М2.В.5

Направление подготовки: 020100.68 - Химия
Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Егорова С.Р.
Рецензент(ы):
Соломонов Б.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.
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 715314

Казань
2014

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. Егорова С.Р. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Svetlana.Egorova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

получение теоретических знаний по катализу и адсорбции на современном уровне, освоение аспектов гомогенного и гетерогенного катализа в процессах органического нефтехимического синтеза, формирование знаний о строении и свойствах промышленных катализаторов процессов органического и нефтехимического синтеза, приобретение умений и навыков исследования свойств катализаторов

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

относится к циклу М2 профессиональных дисциплин, его вариативной части М2.В.5 и опирается на основные разделы общенаучных дисциплин: неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, химическая технология, строение вещества, физические методы исследования, современные проблемы катализа, химия твердого тела, каталитические методы в органическом синтезе; естественнонаучных и специальных дисциплин: основы нанотехнологий, химическая термодинамика, физико-химические методы катализа, кинетика химических реакций

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- сущность явления катализа, причины ускорения и возбуждения химических реакций под влиянием катализаторов;
- принципы каталитического действия для основных классов каталитических реакций: кислотно-основный катализ, металлокомплексный катализ, катализ металлами, оксидами, сульфидами;
- основные направления развития теоретических представлений о предвидении каталитического действия;
- физико-химические характеристики промышленных гомогенных и гетерогенных катализаторов;
- основные типы промышленно важных катализаторов

2. должен уметь:

-ориентироваться в вопросах гомогенного и гетерогенного катализа;
-разбираться в основных видах каталитических систем, имеющих промышленно-важное значение;
-рационально проводить поиск и использование научно-технической информации, связанной с технологией синтеза гетерогенных катализаторов;
-ориентироваться в учебной, монографической, справочной и журнальной литературе в области гетерогенного катализ

3. должен владеть:

навыками:
- анализа и организации работы каталитических процессов, разработки и применения катализаторов на новых и действующих промышленных объектах

4. должен демонстрировать способность и готовность:

экспериментального исследования физико-химических свойств различных каталитических систем, математической обработки результатов измерений и сопоставления их с теоретическими значениями

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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.).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. Феноменология катализа	2	1	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Принципы каталитического действия кислот и оснований	2	2-5	8	0	4	устный опрос
3.	Тема 3. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах	2	6	2	0	4	устный опрос
4.	Тема 4. Катализ металлами	2	7-8	4	0	4	устный опрос
5.	Тема 5. Катализ оксидами	2	9-10	4	0	4	устный опрос
6.	Тема 6. Катализ сульфидами	2	11	2	0	2	контрольная работа
7.	Тема 7. Дезактивация катализаторов	2	12	2	0	0	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			24	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Феноменология катализа

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Феноменология катализа. Определение катализа и катализатора. Термодинамический аспект действия катализаторов. Роль катализа в современной нефтехимической промышленности.

Тема 2. Принципы каталитического действия кислот и оснований

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Принципы каталитического действия кислот и оснований. Кислотный, основной и общий катализ. Молекулярно-ситовой катализ.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Синтез катализатора на основе активного оксида алюминия и исследование его каталитических и физико-химических свойств.

Тема 3. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Гомогенный катализ в газовой фазе. Гомогенный катализ в жидкой фазе. Особенности протекания реакций в растворах.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Синтез катализатора эпоксидирования этилена.

Тема 4. Катализ металлами

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Катализ металлами. Основные реакции, катализируемые металлами. Промышленные процессы, проводимые на металлических катализаторах. Массивные и нанесенные металлические катализаторы. Структура металлов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Синтез катализатора селективного гидрирования ацетиленистых углеводородов.

Тема 5. Катализ оксидами

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Катализ оксидами. Оксидные катализаторы. Основные процессы, протекающие на оксидных катализаторах. Массивные и нанесенные оксидные катализаторы. Активный оксид алюминия.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Синтез катализатора дегидрирования низших парафинов. Исследование его физико-химических и каталитических свойств.

Тема 6. Катализ сульфидами

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Катализ сульфидами. Важнейшие сульфидные катализаторы и процессы, протекающие на них. Современные представления о структуре активного компонента и активных центров сульфидных катализаторов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Исследование его физико-химических свойств катализатора гидроочистки углеводородных фракций.

Тема 7. Дезактивация катализаторов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Время жизни катализаторов. Отравление катализаторов. Зауглероживание катализаторов.

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. Феноменология катализа	2	1	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Принципы каталитического действия кислот и оснований	2	2-5	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
3.	Тема 3. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах	2	6	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
4.	Тема 4. Катализ металлами	2	7-8	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
5.	Тема 5. Катализ оксидами	2	9-10	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
6.	Тема 6. Катализ сульфидами	2	11	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Дезактивация катализаторов	2	12	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				66	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники,
- использованием раздаточного материала с изображением конструкций различных реакционных устройств и принципиальных схем некоторых каталитических процессов.
- использованием интернет-ресурсов различных поисковых систем, таких как www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.wail.ru, www.yahoo.ru; www.rushim.ru, www.chem.msu.ru, www.Scirus.com, а также сайтов государственных ВУЗов: МГУ, СПбГУ, НГУ, ИК СО РАН, Scientopica, ChemWeb, ResearchIndex, ScientificWorld

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

Тема 1. Феноменология катализа

устный опрос , примерные вопросы:

Удельная каталитическая активность. Измерение общей поверхности катализаторов. Методы исследования химической адсорбции на катализаторах.

Тема 2. Принципы каталитического действия кислот и оснований

устный опрос , примерные вопросы:

Кислотность, определение. Методы регулирования кислотных свойств поверхности катализатора. Твердые кислоты, причины появления кислотных свойств. Сила кислотных центров катализатора. Методы определения кислотности, их достоинства и недостатки. Каталитическая изомеризация низкомолекулярных парафинов.

Тема 3. Гомогенный катализ в газовой и жидкой фазах

устный опрос , примерные вопросы:

Закономерности гомогенного и гетерогенного катализа. Промежуточное взаимодействие в гетерогенном катализе. Старение и дезактивация катализаторов. Закоксовывание и регенерация катализаторов. Отравление катализаторов.

Тема 4. Катализ металлами

устный опрос , примерные вопросы:

Массивные и нанесенные металлические катализаторы. Факторы, определяющие каталитическую активность металлов. Серебряные катализаторы окисления. Биметаллические сплавные катализаторы. Металлы Ренея. Применение активированных металлических катализаторов. Катализ дисперсными металлами.

Тема 5. Катализ оксидами

устный опрос , примерные вопросы:

Оксидные катализаторы. Основные процессы, протекающие на оксидных катализаторах. Массивные и нанесенные оксидные катализаторы. Активный оксид алюминия. Катализаторы окисления. Катализаторы дегидрирования углеводородов. Парциальное окисление олефинов молекулярным кислородом. Каталитическая очистка от вредных газов.

Тема 6. Катализ сульфидами

контрольная работа , примерные вопросы:

Важнейшие сульфидные катализаторы и процессы, протекающие на них. Структура активного компонента и активных центров сульфидных катализаторов. Катализаторы гидрогенизационных процессов.

Тема 7. Дезактивация катализаторов

устный опрос , примерные вопросы:

Причины дезактивации катализаторов. Время жизни важнейших промышленных катализаторов. Дезактивация отравлением. Дезактивация спеканием. Дезактивация зауглероживанием.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы для текущего контроля

Текущий контроль 1

Закономерности гомогенного и гетерогенного катализа. Промежуточное взаимодействие в гетерогенном катализе. Удельная каталитическая активность. Измерение общей поверхности катализаторов. Методы исследования химической адсорбции на катализаторах. Старение и дезактивация катализаторов. Закоксовывание и регенерация катализаторов. Отравление катализаторов.

Текущий контроль 2

Кислотность, определение. Методы регулирования кислотных свойств поверхности катализатора. Твердые кислоты, причины появления кислотных свойств. Сила кислотных центров катализатора. Методы определения кислотности, их достоинства и недостатки. Каталитическая изомеризация низкомолекулярных парафинов. Цеолитные катализаторы превращения парафинов и олефинов в высокомолекулярные алифатические и ароматические углеводороды. Крекинг углеводородов различных классов на алюмосиликатном катализаторе.

Текущий контроль 3

Массивные и нанесенные металлические катализаторы. Факторы, определяющие каталитическую активность металлов. Серебряные катализаторы окисления. Биметаллические сплавные катализаторы. Металлы Ренея. Применение активированных металлических катализаторов. Катализ дисперсными металлами. Катализ нанесенными металлами. Структура и свойства бифункциональных катализаторов риформинга. Характеристика катализаторов гидрирования. Промышленные процессы, протекающие с участием катализаторов гидрирования.

Текущий контроль 4

Оксидные катализаторы. Основные процессы, протекающие на оксидных катализаторах. Массивные и нанесенные оксидные катализаторы. Активный оксид алюминия. Катализаторы окисления. Катализаторы дегидрирования углеводородов. Парциальное окисление олефинов молекулярным кислородом. Каталитическая очистка от вредных газов.

Текущий контроль 5

Важнейшие сульфидные катализаторы и процессы, протекающие на них. Структура активного компонента и активных центров сульфидных катализаторов. Катализаторы гидрогенизационных процессов.

Текущий контроль 6

Причины дезактивации катализаторов. Время жизни важнейших промышленных катализаторов. Дезактивация отравлением. Дезактивация спеканием. Дезактивация зауглероживанием.

7.1. Основная литература:

1.Миначев, Х.М. Избранные труды: гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского; ред.-сост. д.х.н., проф. Н. Я. Усачев; предисл. чл.-кор. РАН А. Л. Лапидуса и д.х.н., проф. Н. Я. Усачева. Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2011]. 844 с.

2.Леффлер, У.Л. Переработка нефти: для использования в учебном процессе со студентами высших учебных заведений, обучающимися по химико-технологическим специальностям / Уильям Л. Леффлер; [пер. с англ. З. П. Свитанько]. [2-е изд., пересмотр.]. Москва: Олимп-Бизнес, 2011. 223 с.

3.Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт ; пер. с англ. В. И. Ролдугина. 2-е изд. Долгопрудный : Интеллект, 2013. 500 с.

4.Боруцкий, П.Н. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения, Изомерия и катализ синтеза углеводородов разветвленного строения / П.Н. Боруцкий. Санкт-Петербург: Профессионал, 2010. 745 с.

5.Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология и биотехнология" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 2010. 406 с.

6.Буданов В.В., Ломова Т.Н. Химическая кинетика: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42196

7.2. Дополнительная литература:

1.Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826

2.Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.:Лань, 2014. - 896 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53687

3.Комаров В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 203 с. http://znanium.com/bookread.php?book=448449

4.Modern heterogeneous oxidation catalysis: design, reactions and characterization / ed. by Noritaka Mizuno. [Weinheim]: Wiley-VCH, [cop. 2009]. XV, 341 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Катализ в промышленности, периодический журнал - http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1140752

Кинетика и катализ, периодический журнал - http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147

Неорганические материалы, периодический журнал - http://elibrary.ru/issues.asp?id=7918

Нефтехимия, периодический журнал - http://elibrary.ru/issues.asp?id=7920

Основы катализа - http://e.lanbook.com/view/book/4312/page431/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Гомогенный и гетерогенный катализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

- слайды с применением мультимедийной техники;
- раздаточный материал с изображением конструкций различных реакционных устройств и принципиальных схем некоторых каталитических процессов

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .

Автор(ы):
Егорова С.Р. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Соломонов Б.Н. _____
"__" _____ 201 __ г.