

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки (специальность):
04.04.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Нефтехимия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД

2. Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор достижения - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-1.М. Способен использовать теоретические основы органической, физической и коллоидной химии, а также современных физико-химических методов исследования и анализа систем различной природы при решении практических задач нефтехимических процессов	СПК-1.М.1 Планирует исследование объектов нефтехимии с использованием теоретических основ органической, физической, коллоидной химии и современных физико-химических методов исследования веществ и материалов	Знать термодинамические основы химических процессов; Знать: основные методы приготовления катализаторов типа «металл на носителе» Уметь рассчитывать константу равновесия реакции; Уметь использовать литературные источники для расчёта термодинамических параметров каталитических реакций; Владеть основами знаний по оценке возможностей каждого из типов катализаторов;
СПК-5.М. Способен подбирать катализаторы, конкретные методы их синтеза в зависимости от каталитического процесса	СПК-5.М.1 Предлагает каталитические системы с учетом специфики каталитического процесса	Уметь: применять теоретические представления в области катализа для подбора катализатора для конкретной реакции
	СПК-5.М.2 Синтезирует катализаторы и проводит их характеристику	Знать: методы синтеза всех основных типов гетерогенных катализаторов Владеть: методами исследования активности, селективности и стабильности катализаторов и методами их характеристики

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (19 часов занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

знать: основы неорганической и органической химии, общей физики;

уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

владеть: техникой химического эксперимента, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератови т.п.	Всего
Тема 1.	14	4	4				8			6
Тема 2.	16	5	5				10			6
Тема 3.	18	6	6				12			6
Тема 4.	14	4	4				8			6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	10					2	2			8
Итого	72	19	19			2	40			32

Содержание тем:

Тема 1. Основные термины и понятия каталитической химии. Общие закономерности катализа

Тема 2. Методы получения и исследования катализаторов. Методы изучения каталитических реакций. Кислотно-основный катализ. Те-

ма 3. Металлокомплексный катализ. Теория и практические приложения. Ферментативный катализ. Теория и практические приложения.

Тема 4. Катализ в охране среды обитания. Перспективные направления развития каталитической химии

6. Образовательные технологии:

- дискуссии,
- встречи со специалистами-каталитиками, работающими в российских и зарубежных исследовательских институтах и вузах
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Вопросы для самостоятельного изучения

Изучение литературы по истории открытия катализа.

Изучение литературы по кинетике каталитических реакций.

Изучение литературы по экспериментальному подтверждению неоднородности реальной поверхности твёрдого тела. Решение упражнений по синтезу нанесённых металлических и смешанных оксидных катализаторов.

Изучение литературы по промышленному использованию кислотных катализаторов.

Изучение литературы по использованию металлокомплексных катализаторов в промышленности органического синтеза.

Оценочные расчёты каталитического связывания углекислого газа в карбамид и в жидкое топливо путём «сухой» конверсии метана.

Знакомство с литературой по использованию катализаторов в водородной энергетике.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: Академкнига, 2004.
2. Тёмкин О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ. М.: Академкнига, 2008.
3. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: Наука, 2013.
4. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. Новосибирск, Наука, 1988.
5. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Избранные главы нефтехимии и катализа. Часть 1. Основы катализа. Баку, 2013.

6. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика: Научное издание. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект». 2010.

Дополнительная литература

1. Химия привитых поверхностных соединений. Под ред. Г.В. Лисичкина. М.: Академкнига, 2003.
2. Бремер Г.Б., Вендландт К.-П. Введение в гетерогенный катализ. М.: Мир, 1981.
3. Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы. М.: Мир, 1993.
4. Танабе К. Твёрдые кислоты и основания. М.: Мир, 1973.
5. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. Часть 2. М.: Academia, 2003.

Требования к материально-техническому обеспечению: обычная аудитория с возможностью демонстрации презентаций

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: Доктор химических наук, профессор Лисичкин Георгий Васильевич, кафедра химии нефти и органического катализа, lisich@petrol.chem.msu.ru, тел.(495)-939-46-38

Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Оленин Андрей Юрьевич, olan@rambler.ru, тел.(495)-939-45-95

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Вопросы для зачета:

1. Термодинамические ограничения в катализе.
2. Каталитический цикл.
3. Основные требования, предъявляемые к катализаторам.
4. Носители гетерогенных катализаторов.
5. Активные центры катализаторов.
6. Неоднородность поверхности гетерогенных катализаторов.
7. Основные методы синтеза гетерогенных катализаторов.
8. Основные методы исследования поверхности гетерогенных катализаторов.
9. Исторические этапы развития теоретических представлений в катализе.

10. Каталитическое гидрирование и дегидрирование.
11. Каталитическое окисление.
12. Гомогенный кислотно-основной катализ.
13. Твёрдые кислоты и основания.
14. Примеры кислотно-основных промышленных каталитических процессов.
15. Катализ на цеолитах.
16. Суперкислоты и их применение в катализе.
17. Механизмы металлокомплексного катализа.
18. Примеры применения металлокомплексных катализаторов
19. Основные особенности ферментативного катализа
20. Каталитические процессы в охране окружающей среды
21. Тенденции развития каталитической химии.

Примерные варианты контрольных работ:

Примеры формального несоответствия термодинамических расчётов экспериментальным данным.

Предложение совокупности инструментальных методов для выяснения структуры конкретного гетерогенного металлокомплексного катализатора.

Расчёт величины максимальной удельной площади поверхности металла.

Расчёт величины сферических частиц металла из данных по удельной поверхности.

Сопоставление методов приготовления нанесенных металлических катализаторов.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципи-	Успешное и систематическое умение

			ального характера)	
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: методы синтеза всех основных типов гетерогенных катализаторов;</p> <p>Знать термодинамические основы химических процессов;</p> <p>Знать: основные методы приготовления катализаторов типа «металл на носителе»</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Уметь рассчитывать константу равновесия реакции;</p> <p>Уметь использовать литературные источники для расчёта термодинамических параметров каталитических реакций;</p> <p>Уметь: применять теоретические представления в области катализа для подбора катализатора для конкретной реакции</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<p>Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p> <p>Владеть основами знаний по оценке возможностей каждого из типов катализаторов;</p> <p>Владеть: методами исследования активности, селективности и стабильности катализаторов и методами их характеристики</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете