

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Физико-химические основы катализа на молекулярных ситах

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Физическая химия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Физико-химические основы катализа на молекулярных ситах**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1.С. Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Владеть: навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения
СПК-1.С. Способность использовать теоретические основы современных физико-химических методов исследования и анализа систем различной природы при решении практических задач	Знать: теоретические основы физико-химических методов исследования, применяемых для описания свойств Знать: особенности и ограничения применения физико-химических методов для исследования молекулярно-ситовых катализаторов Знать: основные закономерности формирования и особенности молекулярно-ситовых материалов, структурно-химические и текстурные свойства этих материалов и их применение в практически важных процессах нефтехимии, основного и тонкого органического синтеза Уметь: подбирать методики исследования в зависимости от типа гетерогенно-каталитической системы Владеть: методиками проведения каталитических испытаний и анализа результатов
СПК-2.С. Способность проводить экспериментальные исследования в избранной области физической химии (кинетика и катализ, химическая термодинамика, молекулярная спектроскопия, химия поверхности)	Уметь: готовить образцы для каталитических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов Уметь: грамотно спланировать физико-химический эксперимент Владеть: методами синтеза и исследования физико-химических свойств молекулярно-ситовых материалов, оценки базовых свойств молекулярно-ситовых материалов – активности, селективности и стабильности
СПК-3.С. Способность использовать	Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для определения

серийные и оригинальные установки (приборы, комплексы) для определения физико-химических свойств веществ	физико-химических и каталитических свойств веществ
СПК-4.С. Способность использовать физические и математические модели с учетом их возможностей и ограничений при обработке и интерпретации экспериментальных данных в избранной области физической химии	Владеть: навыками поиска данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применением их для решения практических задач каталитической химии на основе молекулярных сит
СПК-5.С. Способность проводить квантовохимические, термодинамические и кинетические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных	Знать: ограничения и возможные ошибки при исследовании свойств молекулярно-ситовых катализаторов Уметь: формулировать конкретные химические задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии, применительно к теоретическим и практическим проблемам молекулярно-ситового катализа. Владеть: методиками и способами выбора оптимальной и адекватной модели для описания свойств молекулярно-ситовых катализаторов в процессах нефтехимии и тонкого органического синтеза

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

Знать: основные законы в области неорганической, аналитической, органической и физической химии; фундаментальные основы физико-химических методов исследования.

Уметь: обсуждать результаты научного исследования; применять законы химической кинетики для основных типов химических реакций.

Владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов.

8. 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 рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Строение и синтез и молекулярных сит. Состав микропористых молекулярных сит –цеолитов. Размеры и геометрия межкристаллических пространств.	8	4	2				6	2		2
Тема 2. Физико-химические свойства молекулярных сит и методы их исследования. Основные свойства молекулярных сит, определяющие их активность, селективность и стабильность.	26	2	10				12	14		14

Тема 3. Активные центры молекулярно-ситовых катализаторов. Пути активации насыщенных и ненасыщенных углеводородов, молекул с гетероатомами, спиртов. Бифункциональные механизмы активации субстратов.	14	4	4				8	6		6
Тема 4. Каталитические реакции на молекулярных ситах. Процессы нефтепереработки: каталитический крекинг, гидрокрекинг, селектоформинг, депарафинизация. Каталитическая химия C ₁ с использованием молекулярных сит. Нефтехимический синтез с использованием молекулярно-ситовых катализаторов. Процессы тонкого органического синтеза на молекулярных ситах.	22	8	2	2			12	10		10
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			
Итого	72	18	18	2		2	40	32		32

9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

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

Программа курса, план занятий и перечень заданий для самостоятельной работы. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 782с
2. Химия цеолитов и катализ на цеолитах / Под ред. Дж. Рабо, М.: Мир, 1980. Т. 1. 506 с.; Т. 2. 422 с.

Дополнительная литература

1. Баррер Р. Гидротермальная химия цеолитов. Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 424 с.
2. Боресков Г.К. Применение цеолитов в катализе. 1977. 192 с.
3. Жданов С.П., Хвощев С.С., Самулевич Н.Н. Синтетические цеолиты. М.: Химия, 1981. 261 с.
4. Либау Ф. Структурная химия силикатов. Пер. англ. М.: Мир, 1988. 412 с.
5. Introduction to Zeolite Science and Practice, (H. van Bekkum, E.M. Flanigen, P.A. Jacobs and J.C. Jansen, Eds.), Elsevier, 2001.

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

1. в.н.с., д.х.н. Иванова Ирина Игоревна, кафедра физической химии химического факультета МГУ, iiivanova@phys.chem.msu.ru, 8-495-939-35-70
2. с.н.с., к.х.н. Князева Елена Евгеньевна, кафедра физической химии химического факультета МГУ, eknyazeva62@mail.ru, 8-495-939-20-54
3. м.н.с., к.х.н. Коц Павел Александрович, кафедра физической химии химического факультета МГУ, pavelkots@gmail.com, 8-495-939-20-54
4. м.н.с. Коложвари Борис Алексеевич, кафедра физической химии химического факультета МГУ, zelmog@gmail.com, 8-495-939-20-54

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.5.

Вопросы для зачета:

1. Основные свойства молекулярных сит, определяющие их активность, селективность и стабильность. Размеры и геометрия межкристаллических пространств.
2. Синтез цеолитов. Условия образования природных цеолитов. Гидротермальный синтез. Матричный синтез. Темплатный синтез мезопористых материалов. Постсинтетическое модифицирование. Ионный обмен. Изоморфное замещение. Термопаровая, кислотнo-основная и хелатная обработка. Деалюминирование и десилилирование.
3. Типы активных центров. Бренстедовские и льюисовские центры. Основные центры. Окислительно-восстановительные центры. Катионные центры.
4. Пути активации насыщенных и ненасыщенных углеводородов, молекул с гетероатомами, спиртов. Типы интермедиатов при катализе на молекулярных ситах. Карбениевые и карбониевые ионы и алкоксигруппы как интермедиаты. Протолитические механизмы. Радикальные интермедиаты. Электростатическая активация молекул. Бифункциональные механизмы активации субстратов. Синергизм в бифункциональном катализе.
5. Процессы нефтепереработки: каталитический крекинг, гидрокрекинг, селектоформинг, депарафинизация. Крекинг тяжелых фракций. Типы катализаторов. Требования к молекулярно-ситовым катализаторам, условия и показатели процессов. Дезактивация и регенерация катализаторов. Механизмы процессов.
6. Каталитическая химия C1 углеводородов с использованием молекулярных сит. Конверсия метанола (процессы MTG, MTO). Олигомеризация олефинов (MOGD, SPGK). Изомеризация олефинов (ISOFIN). Ароматизация низкомолекулярных алканов (CYCLAR, AROMAX). Механизм образования C-C связи.
7. Нефтехимический синтез с использованием молекулярно-ситовых катализаторов. Алкилирование ароматических углеводородов. Изомеризация ксилолов и этилбензола. Диспропорционирование и трансалкилирование толуола. Реакции дегидрирования и окисления. Механизмы процессов.
8. Процессы тонкого органического синтеза на молекулярных ситах. Синтез биологически активных и лекарственных препаратов. Хиральные катализаторы на основе молекулярных сит.

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	2	3	4	5
Результат				
Знания	Отсутствие	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные	Сформированные

	знаний		знания	систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
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: теоретические основы физико-химических методов исследования, применяемых для описания свойств;</p> <p>Знать: особенности и ограничения применения физико-химических методов для исследования молекулярно-ситовых катализаторов;</p> <p>Знать: основные закономерности формирования и особенности молекулярно-ситовых материалов, структурно-химические и текстурные свойства этих материалов и их применение в практически важных процессах нефтехимии, основного и тонкого органического синтеза;</p> <p>Знать: ограничения и возможные ошибки при исследовании свойств молекулярно-ситовых катализаторов.</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: подбирать методики исследования в зависимости от типа гетерогенно-каталитической системы;</p> <p>Уметь: готовить образцы для каталитических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов;</p> <p>Уметь: грамотно спланировать физико-химический эксперимент;</p> <p>Уметь: формулировать конкретные химические задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе физической химии, применительно к теоретическим и практическим проблемам молекулярно-ситового катализа.</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>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

<p>Владеть: методиками проведения каталитических испытаний и анализа результатов;</p> <p>Владеть: методами синтеза и исследования физико-химических свойств молекулярно-ситовых материалов, оценки базовых свойств молекулярно-ситовых материалов – активности, селективности и стабильности;</p> <p>Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для определения физико-химических и каталитических свойств веществ;</p> <p>Владеть: навыками поиска данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применением их для решения практических задач каталитической химии на основе молекулярных сит;</p> <p>Владеть: методиками и способами выбора оптимальной и адекватной модели для описания свойств молекулярно-ситовых катализаторов в процессах нефтехимии и тонкого органического синтеза.</p>	
--	--