

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
по направлению 04.00.00 «Химия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

КАТАЛИЗ

Рекомендуется для направления подготовки

04.04.01 «ХИМИЯ»

Направленность программы (профиль)

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина "Катализ" предназначена для студентов старших курсов прослушавших курсы фундаментальных дисциплин по неорганической, органической, аналитической и физической химии. Основной целью освоения дисциплины является получение студентами теоретических знаний по катализу и адсорбции на современном уровне и во взаимосвязи с другими науками.

2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «Катализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана по направлению 04.04.01 «Химия» и является дисциплиной модуля 3 по выбору.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Актуальные задачи современной химии Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика НИР	Актуальные задачи современной химии Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
Профессиональные компетенции			
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика НИР	Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика	Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и

области химии и/или смежных наук	НИР	хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе НИР Преддипломная практика
----------------------------------	-----	---

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть следующими результатами:

Знать:

- сущность явления катализа, причины ускорения и возбуждения химических реакций под влиянием катализаторов; основные механизмы гетерогенного катализа; принципы каталитического действия для основных классов каталитических реакций: кислотно-основный катализ, катализ металлами, оксидами, цеолитами, металлокомплексный катализ, ферментативный катализ и основы мембранного катализа;

- методы определения каталитической активности и селективности. Кинетику гетерогенных каталитических реакций;
- основные направления развития теоретических представлений о предвидении каталитического действия.

Уметь:

- самостоятельно ставить задачу каталитического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических; обсуждать результаты исследований, ориентироваться в современной литературе по катализу вести научную дискуссию по вопросам физической химии и катализа.

Владеть:

- способностью и готовностью проводить физико-химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ;
- проводить стандартные физико-химические измерения, пользоваться справочной литературой по физической химии;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
- способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;
- навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;
- навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;
- методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	48	48			
В том числе:					
Лекции	16	16			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	32	32			
Самостоятельная работа (всего)	96	96			
Общая трудоемкость	час зач.	144	144		

ед.					
-----	--	--	--	--	--

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Функции катализаторов	Определение катализа. Классификация каталитических процессов. Основные особенности катализа. Принцип действия катализаторов (функции катализаторов).
2	Гомогенный катализ.	Гомогенный катализ. Гомогенные каталитические реакции в газовой фазе. Гомогенные каталитические реакции в жидкой фазе. Кластеры металлов и комплексные соединения металлов как катализаторы. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса-Ментена.
3	Гетерогенный катализ.	Гетерогенный катализ, его общие закономерности. Адсорбция как стадия гетерогенного катализа. Мультиплетная теория гетерогенного катализа А.А.Баландина. активные центры гетерогенных катализаторов. Теория активных ансамблей Н.И.Кобозева. теория активных центров металлических катализаторов по В.П.Лебедеву. Каталитическая активность одиночных атомов металлов в газовой фазе, а также на поверхности кристаллов. Каталитические свойства различных граней монокристаллов металлов. Влияние закалки, ионизирующего излучения, плазменной и механической обработки на каталитические свойства металлических катализаторов. Основные типы промышленных катализаторов. Влияние способа получения катализаторов на их свойства. Массивные, скелетные и нанесенные металлические катализаторы. Оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы. Мембранные катализаторы, проницаемые для водорода; сопряжение реакций на них.
4	Химическая кинетика и катализ.	Каталитическая активность и селективность, и методы их определения. Основные механизмы гетерогенного катализа. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Влияние диффузии на скорость гетерогенных каталитических реакций. Роль катализа в промышленности. Основные промышленные гетерогенно-каталитические процессы. Экологический катализ.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Функции катализаторов	4		8		24	36
2	Гомогенный катализ	4		8		24	36
3	Гетерогенный катализ	4		8		24	36
4	Химическая кинетика и катализ	4		8		24	36
	Всего	16		32		96	144

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Функции катализаторов	8
2	2	Гомогенный катализ	8
3	3	Гетерогенный катализ	8
4	4	Химическая кинетика и катализ	8
	Всего		32

7. Практические занятия (Семинары)

Не предусмотрено.

8. Материально – техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
ул. Орджоникидзе, д.3, Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для	Комплект специализированной мебели; технические средства: проектор, экран для проекторов, ноутбук, столы; имеется wi-fi	Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 от 01.04.2018 г. (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер)

самостоятельной работы: ауд.№ 527		
ул. Орджоникидзе, д.3, Научная химическая лаборатория для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций, Научно-учебная лаборатория физической химии: ауд.№ 520	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: компьютер, Центрифуга TLT T23D, Термостат водный, Хроматограф Цвет, Инфракрасный спектрометр ФТ-02, имеется выход в интернет	Microsoft Windows 7, Код продукта № 00359-ОБМ-8992687-00246

Все оборудование в лабораториях достаточно современно и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных работ.

9. Информационное обеспечение дисциплины

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	http://lib.rudn.ru/
ЭБС РУДН	http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	http://www.biblioclub.ru
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998
Портал фундаментального химического образования России	http://www.chemnet.ru
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	http://www.elibrary.ru/defaultx.asp
Химическая энциклопедия	http://www.chemport.ru
ХuМуК: сайт о химии для химиков	www.xumuk.ru
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	www.webofscience.com http://www.scopus.com/

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

В.С. Бесков, В. Флокк. - М.: Химия, 1991. - 256 с.: ил. - ISBN 5-7245-0426-X: 3.30.

б) дополнительная литература

С.З.Рогинский. Электронные явления в гетерогенном катализе. М.: Мир, 1979.

Г. Бремер, К.-П. Вендланд. Введение в гетерогенный катализ М.: Мир, 1981.

Г.К.Боресков. Гетерогенный катализ. М.: Наука, 1996.

О.В. Крылов. Гетерогенный катализ. М.: Академкнига, 2004.

О.М.Полторак. Лекции по теории гетерогенного катализа. М.: Высш. шк., 1990.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

В течение семестра выполняются домашние задания и контрольные работы по изучаемым темам. В конце семестра производится итоговый контроль знаний в виде экзамена.

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к вышеперечисленным формам контроля.

Примерный перечень вопросов промежуточного и итогового контроля знаний.

1. Кинетическая и диффузионная области гетерогенного каталитического процесса.
2. Реакции в потоке (режим идеального перемешивания).
3. Реакция в потоке (режим идеального вытеснения).
4. Сравнение скоростей реакций гомогенного и гетерогенного катализа.
5. Промежуточное взаимодействие в гетерогенном катализе.
6. Ферменты (состав, строение, каталитическое действие).
7. Кинетика ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментеня.
8. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры.
9. Ингибирование ферментативных реакций.
10. Общие факторы, определяющие скорость химического превращения.
11. Скорость бимолекулярной химической реакции (трансмиссионный коэффициент, вероятностный и энтропийный множители).
12. Влияние отклонения от равновесного распределения энергии на скорость химической реакции.
13. Новые реакционные пути в присутствии катализатора.
14. Гомогенный катализ реакции. Промежуточные стадии в гомогенном катализе.
15. Гомогенный катализ реакции. Изменение потенциальной энергии в ходе гомогенной каталитической реакции.
16. Гомогенный катализ реакции. Общая схема расчета кинетики гомогенной химической реакции.
17. Катализ кислотами и основаниями.
18. Специфический кислотный и основной катализ.
19. Общий кислотный и основной катализ.
20. Уравнение Гамета и Бренстеда.
21. Солевые эффекты.
22. Удельная каталитическая активность.
23. Возможность предвидения каталитического действия.
24. Приближенные методы предвидения каталитического действия. Соотношение Бренстеда – Поляни.
25. Основные стадии промежуточного взаимодействия при гетерогенном катализе (мономолекулярные реакции).
26. Основные характеристики катализаторов.
27. Методы получения катализаторов.
28. Определение катализа. Классификация каталитических процессов. Основные особенности катализа. Принцип действия катализаторов (функции катализаторов).
29. Гомогенный катализ. Гомогенные каталитические реакции в газовой фазе. Гомогенные каталитические реакции в жидкой фазе. Кластеры металлов и комплексные соединения металлов как катализаторы.
30. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса-Ментеня.
31. Гетерогенный катализ, его общие закономерности. Адсорбция как стадия гетерогенного катализа.
32. Мультиплетная теория гетерогенного катализа А.А. Баландина. Активные центры гетерогенных катализаторов.

33. Теория активных ансамблей Н.И. Кобозева. Теория активных центров металлических катализаторов по В.П. Лебедеву. Каталитическая активность одиночных атомов металлов в газовой фазе, а также на поверхности кристаллов.
34. Каталитические свойства различных граней монокристаллов металлов. Влияние закалки, ионизирующего излучения, плазменной и механической обработки на каталитические свойства металлических катализаторов.
35. Основные типы промышленных катализаторов. Влияние способа получения катализаторов на их свойства. Массивные, скелетные и нанесенные металлические катализаторы.
36. Оксидные катализаторы.
37. Цеолитные катализаторы.
38. Мембранные катализаторы, проницаемые для водорода; сопряжение реакций на них.
39. Каталитическая активность и селективность, и методы их определения.
40. Основные механизмы гетерогенного катализа.
41. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Влияние диффузии на скорость гетерогенных каталитических реакций.
42. Периодическая система и катализ.
43. Роль катализа в промышленности. Основные промышленные гетерогенно-каталитические процессы. Экологический катализ.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Катализ»

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Катализ» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

профессор-консультант, д.х.н.



Ю.М. СЕРОВ

Руководитель программы

Профессор кафедры
органической химии



А.В. Варламов

Заведующий кафедрой
физической и коллоидной химии



А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО