

*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

ПРИМЕНЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИИ В КАТАЛИЗЕ

Рекомендуется для направления подготовки

04.04.01 «ХИМИЯ»

Направленность программы (профиль)

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Применение хроматографии в катализе» предназначена для студентов старших курсов прослушавших курсы фундаментальных дисциплин по физической химии, катализу, адсорбции и хроматографии. Основной целью освоения дисциплины является получение студентами теоретических знаний по применению хроматографических методов для изучения каталитических процессов на современном уровне и во взаимосвязи с другими науками.

2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «Применение хроматографии в катализе» относится к вариативной части блока 1 учебного плана по направлению 04.04.01 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 Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии 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 Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии НИР	Преддипломная практика
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные	Кинетика элементарных реакций	Преддипломная практика

исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	Статистическая термодинамика Катализ Термодинамика неравновесных процессов Нанохимия Адсорбция Физико-химия поверхности и хемосорбция Химия окружающей среды Современные проблемы менеджмента в химии Избранные главы квантовой химии НИР	
---	--	--

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:

- теории и методы хроматографии, теорию и методы проведения каталитических реакций в хроматографическом режиме;
- теории идеальной линейной и нелинейной хроматографии (общие положения);
- хроматографические методы изучения поверхности катализаторов;
- хроматографические методы изучения адсорбции в ходе каталитического процесса;

- хроматографические методы изучения отравления катализаторов (общие положения);
- теорию импульсного отравления катализаторов.

Уметь:

- самостоятельно приготовить нанесенные катализаторы;
- 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 каталитические и 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 катализу и 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 и химической технологии;
- способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;
- навыками каталитического 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 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		6			
Аудиторные занятия (всего)	48	48			
В том числе:					
<i>Лекции</i>	24	24			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	24	24			
Самостоятельная работа (всего)	60	60			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основы газовой хроматографии.	Метод газовой хроматографии, как универсальный метод для изучения катализаторов и каталитических процессов. Классификация методов хроматографии. Аппаратурное оформление процесса. Хроматографические детектора. Сигнал концентрационного детектора. Сигнал потокового детектора. Идентификация компонентов анализируемых смесей. Метод внутренней нормализации. Метод абсолютной калибровки. Метод внутреннего стандарта. Импульсный хроматографический метод. Теория идеальной линейной хроматографии (общие положения). Теория идеальной нелинейной хроматографии (общие положения).
2	Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов.	Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов (проявительные методы, основанные на использовании метода идеальной нелинейной хроматографии). Определение удельной поверхности катализатора по удерживаемым объемам. Метод тепловой десорбции. Определение молекулярной массы хроматографическим методом.
3	Изучение кинетики каталитических реакций.	Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции первого порядка в условиях идеальной линейной хроматографии.). Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции n-го порядка в условиях идеальной линейной хроматографии.). Теория реакций в хроматографическом режиме (обратимые реакции типа $A \rightleftharpoons B + C$).
4	Хроматографические методы изучения катализаторов.	Хроматографический метод изучения адсорбции в ходе каталитического процесса. Хроматографические методы изучения отравления катализаторов (общие положения). Теория импульсного отравления катализаторов (линейный закон). Теория импульсного отравления катализаторов (экспоненциальный закон). Хроматографические методы изучения глубокого и мягкого окисления углеводородов.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Основы газовой хроматографии	2		1		12	15
2	Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов	6		4		16	26

3	Изучение кинетики каталитических реакций	8		10		16	34
4	Хроматографические методы изучения катализаторов	8		9		16	33
		24		24		60	108

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Вид занятия	Трудоемкость (час.)
1.	1	Основы газовой хроматографии	Групповая работа с иллюстративным материалом	1
2.	2	Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов	Проведение эксперимента	4
3.	3	Изучение кинетики каталитических реакций	Проведение каталитического эксперимента	10
4.	4	Хроматографические методы изучения катализаторов	Проведение каталитического эксперимента	9
	Всего			24

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 самостоятельной работы: ауд.№ 527	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)
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
XuMuK: 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

Введение в газовую хроматографию. К.А. Гольберт, М.С. Вигдергауз. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Химия, 1990. - 352 с. - ISBN 5-7245-0412-X: 3.00.

б) дополнительная литература

Количественная газовая хроматография

для лабораторных анализов и промышленного контроля: В 2-х частях. Ч. 1 / Ж. Гишон, К. Гийемен; Пер. с англ. А.Е.Ермошкина; Под ред. О.Г.Ларионова. - М.: Мир, 1991. - 582 с.: ил. - ISBN 5-03-001891-3 : 9.40.

Количественная газовая хроматография

для лабораторных анализов и промышленного контрол: В 2-х частях. Ч. 2 / Ж. Гишон, К. Гийемен; Пер. с англ. А.Е.Ермошкина; Под ред. О.Г.Ларионова. - М.: Мир, 1991. - 375 с.: ил. - ISBN 5-03-001892-1: 6.60.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Учебным планом на изучение дисциплины отводится 1 семестр. В течение семестра выполняются лабораторныеработы, домашние задания и рефераты 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. Хроматографический метод.
2. Классификация методов хроматографии.
3. Аппаратурное оформление процесса.
4. Хроматографические детектора
5. Сигнал концентрационного детектора.
6. Сигнал потокового детектора.
7. Идентификация компонентов анализируемых смесей
8. Метод внутренней нормализации
9. Метод абсолютной калибровки.
10. Метод внутреннего стандарта.
11. Импульсный хроматографический метод.
12. Теория идеальной линейной хроматографии (общие положения).
13. Теория идеальной нелинейной хроматографии (общие положения).
14. Хроматографические методы изучения поверхности катализаторов (проявительные методы, основанные на использовании метода идеальной нелинейной хроматографии).
15. Определение удельной поверхности катализатора по удерживаемым объемам.
16. Метод тепловой десорбции.
17. Определение молекулярной массы хроматографическим методом.
18. Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции первого порядка в условиях идеальной линейной хроматографии.).
19. Кинетика каталитических реакций, протекающих в хроматографических условиях. (необратимые реакции n-го порядка в условиях идеальной линейной хроматографии).
20. Теория реакций в хроматографическом режиме (обратимые реакции типа $A \rightleftharpoons B+C$).
21. Хроматографический метод изучения адсорбции в ходе каталитического процесса.
22. Теория импульсного отравления катализаторов (линейный закон).
23. Теория импульсного отравления катализаторов (экспоненциальный закон).
24. Хроматографические методы изучения глубокого и мягкого окисления углеводов.
25. Хроматографические методы изучения отравления катализаторов (общие положения).

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

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Применение хроматографии в катализе» (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

старший преподаватель, к.х.н.



Е.Б. МАРКОВА

Руководитель программы

Профессор кафедры
органической химии



А.В.ВАРЛАМОВ

Заведующий кафедрой

физической и коллоидной химии



А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО