

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.05.2026 12:28:37

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Факультет физико-математических и естественных наук

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ХЕМОСОРБЦИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

04.04.01 ХИМИЯ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физико-химия поверхности и хемосорбция» входит в программу магистратуры «Фундаментальная и прикладная химия» по направлению 04.04.01 «Химия» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра физической и коллоидной химии. Дисциплина состоит из 6 разделов и 14 тем и направлена на изучение характера взаимодействий молекул с поверхностью твердого тела, приводящих к физической адсорбции и химической адсорбции (хемосорбции), критериев их различия и роли хемосорбции в гетерогенно-каталитических процессах.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов второй ступени углубленных знаний о специфических свойствах поверхности и явлениях на межфазной границе (наука surface science), имеющих большое значение для нанообъектов, ознакомление с теоретическим описанием хемосорбции и современными экспериментальными методами зондирования поверхности и контактирующих с ней молекул.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Физико-химия поверхности и хемосорбция» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Физико-химия поверхности и хемосорбция» относится к блоку по выбору блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Физико-химия поверхности и хемосорбция».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в	Научно -исследовательская работа; Экспериментальные методы исследования в химии; Методы органической химии;	Научно -исследовательская работа; Преддипломная практика; Химия природных соединений;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Основы биотехнологии; Methods of Organic Chemistry; Fundamentals of Biotechnology; Спектральные методы в неорганической химии; Химия координационных соединений; Резонансные методы в химии; Кинетика элементарных реакций; Термодинамика неравновесных процессов; Статистическая термодинамика; Катализ;	Основы дизайна лекарственных препаратов; Химия гетероциклических соединений; Fundamentals of design of drugs; Chemistry of Heterocyclic Compounds; Бионеорганическая химия; Современные проблемы менеджмента в химии; Химия окружающей среды; Стереохимия; Химия твердого тела; Применение хроматографии в катализе; Stereochemistry; Chemistry of Natural Compounds; Металлоорганическая химия;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химия поверхности и хемосорбция» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	18		18
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	36		36
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение	1.1	Хемосорбция vs. физическая адсорбция: основные черты и критерии различия	Основные черты химической адсорбции. Критерии отличия хемосорбции от физической адсорбции.	ЛК
		1.2	Хемосорбция и гетерогенный катализ.	Хемосорбция и гетерогенный катализ. Проблема дезактивации катализаторов. Коррозия.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Хемосорбционная связь. Неоднородность поверхности.	2.1	Диссоциативная хемосорбция и метод Рогинского	Схема диссоциативной хемосорбции и её энергетическая диаграмма. Равновесная хемосорбция. Изотермы адсорбции на неоднородной поверхности. Метод «контролирующей полосы» Рогинского.	ЛК
		2.2	Простые теории хемосорбции. Ковалентная связь. Ионсорбция.	Простые теории хемосорбции. Ковалентная связь. Ионсорбция.	ЛК
Раздел 3	Многообразие поверхностных хемосорбционных комплексов	3.1	Комплексы (формы хемосорбции) СО и олефинов. Барьер хемосорбции	Комплексы (формы хемосорбции) СО и олефинов. Барьер хемосорбции.	ЛК
		3.2	Молекулярные зонды поверхности	Молекулярные зонды поверхности металлов и оксидов металлов (ИК-спектры адсорбированного СО и пиридина).	ЛК, ЛР
		3.3	Интермедиаты на примере каталитического синтеза метанола из СО и Н ₂ .	Интермедиаты на примере каталитического синтеза метанола из СО и Н ₂ .	ЛК
Раздел 4	Теории хемосорбции	4.1	Электронные состояния на поверхности кристалла. Задача Тамма. Анализ хемосорбционных состояний.	Электронные состояния на поверхности кристалла. Задача Тамма. Анализ хемосорбционных состояний.	ЛК, ЛР
		4.2	Методы теории хемосорбции	Методы теории хемосорбции: кластерные квантово-химические расчеты, модель «желе»-металла в методе функционала плотности. Зонная теория твердого тела.	ЛК
		4.3	Поверхность оксидов и теория Волькенштейна	Поверхность оксидов. Электронная теория адсорбции и катализа на полупроводниках Ф.Ф.Волькенштейна.	ЛК
Раздел 5	Особенности хемосорбции на металлах и оксидах	5.1	Хемосорбция на металлах	Коэффициент прилипания. Быстрая и медленная стадии хемосорбции. Хемосорбция и поверхностная диффузия. Энергетика хемосорбции на металлах и сплавах. Роль кристаллографии поверхности металла и хемосорбционное фасетирование. Образование упорядоченных фаз.	ЛК, ЛР
		5.2	Поверхностные центры оксидов: кислотность, хемосорбция кислорода, окисление олефинов	Типы поверхностных гидроксильных групп. Кислотные центры поверхности оксидов льюисовского и бренстедовского типа, методы тестирования. Связь электронных свойств и	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				кислотности поверхности оксидных катализаторов с активностью и селективностью. Формы хемосорбции кислорода, их роль в каталитическом окислении олефинов (механизмы реакций).	
Раздел 6	Экспериментальные методы исследования поверхности твердых тел и адсорбированных частиц:	6.1	Микроскопия, термодесорбция, спектроскопия поверхности	Электронная микроскопия, зондовая микроскопия. Термодесорбция. Спектроскопия в ИК, УФ и видимой области.	ЛК, ЛР
		6.2	Современные методы анализа поверхности и наноструктур	Рентгенофотоэлектронная и Оже-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, дифракция медленных электронов, масс-спектрометрия вторичных ионов, EXAFS, XANES.	ЛК

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: шкаф вытяжной, шкаф сушильный, термостаты, фотометры КФК-3, измерители рН ExStik*EC500, микроскоп, кондуктометр, устройство для просушивания посуды ПЭ-2000, термостат жидкостный ТЖ-ТС, аквадистиллятор электрический ДЭ-25, весы электронные OHAUS AR 2140, весы торсионные, нефелометр НФО, рефрактометр, спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, кондуктометр CD`308; АНИОН 4100, рН-метр ExStik*EC500, кислородомер АНИОН 4100, измеритель карманный ОВП ST10R, мультиметр VC-11, анализаторы жидкости ЭКСПЕРТ-001, стационарный мультимедийный

		проектор, стационарный экран
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Ягодский, В. Д. Адсорбция /Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 219 с
2. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ - М. : Наука, 1986. - 303 с. (глава 5)
<https://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
3. Крылов О.В.. Гетерогенный катализ. Учебное пособие для вузов. М. ИКД «Академкнига», 2004, 679 с., главы 2,4,6,7.
4. В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова ; под редакцией А. И. Окара. Физико-химические методы исследования : учебник для вузов /Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 480 с.

Дополнительная литература:

1. Ю. В. Поленов, Е. В. Егорова. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник для вузов /Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 180 с.
2. Ф.Ф. Волькенштейн. Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции - М.: Наука, 1987. <https://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
3. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М.:Мир.Изд.АСТ.2003.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров
 - Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
 - ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
 - ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
 - ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
 - ЭБС «Троицкий мост»
2. Базы данных и поисковые системы
 - электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>
 - поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
 - поисковая система Google <https://www.google.ru/>
 - реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля*:

1. Курс лекций по дисциплине «Физико-химия поверхности и хемосорбция».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор кафедры
физической и коллоидной
химии

Должность, БУП

Подпись

Михаленко Ирина
Ивановна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
физической и коллоидной
химии

Должность БУП

Подпись

Чередниченко Александр
Генрихович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой
органической химии

Должность, БУП

Подпись

Воскресенский Леонид
Геннадьевич

Фамилия И.О.