

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.05.2025 17:38:22
Уникальный программный идентификатор:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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 нанобъектов, 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	Способность 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 элективной компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО 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	Способность планировать работу и выбирать адекватные методы	Кинетика элементарных реакций Статистическая термодинамика	Дизайн каталитических систем Современные проблемы менеджмента в химии

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Катализ Термодинамика неравновесных процессов Научно-исследовательская работа Экспериментальные методы исследования в химии	Химия окружающей среды Физические методы исследования в катализе Применение хроматографии в катализе Научно-исследовательская работа Преддипломная практика

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

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 ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54		
в том числе:					
Лекции (ЛК)	36		36		
Лабораторные работы (ЛР)	18		18		
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	36		36		
<i>Контроль (экзамен), ак.ч.</i>	18		18		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108		
	зач.ед.	3	3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Основные черты химической адсорбции. Критерии отличия хемосорбции от физической адсорбции.	ЛК
	Тема 1.2. Хемосорбция и гетерогенный катализ. Проблема дезактивации катализаторов. Коррозия.	ЛК
Раздел 2. Хемосорбционная связь. Неоднородность	Тема 2.1. Схема диссоциативной хемосорбции и её энергетическая диаграмма. Равновесная хемосорбция. Изотермы адсорбции на неоднородной	ЛК

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
поверхности.	поверхности. Метод «контролирующей полосы» Рогинского.	
	Тема 2.2. Простые теории хемосорбции. Ковалентная связь. Ионсорбция.	ЛК
Раздел 3. Многообразие поверхностных хемосорбционных комплексов	Тема 3.1. Комплексы (формы хемосорбции) СО и олефинов. Барьер хемосорбции.	ЛК
	Тема 3.2. Молекулярные зонды поверхности металлов и оксидов металлов (ИК-спектры адсорбированного СО и пиридина).	ЛК, ЛР
	Тема 3.3.. Интермедиаты на примере каталитического синтеза метанола из СО и Н ₂ .	ЛК, ЛР
Раздел 4. Теории хемосорбции	Тема 4.1. Электронные состояния на поверхности кристалла. Задача Тамма. Анализ хемосорбционных состояний.	ЛК
	Тема 4.2. Методы теории хемосорбции: кластерные квантово-химические расчеты, модель «желе»-металла в методе функционала плотности. Зонная теория твердого тела.	ЛК, ЛР
	Тема 4.3. Поверхность оксидов. Электронная теория адсорбции и катализа на полупроводниках Ф.Ф.Волькенштейна.	ЛК
Раздел 5. Особенности хемосорбции на металлах и оксидах	Тема 5.1. 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. Двумерные диаграммы. Дефекты поверхности твердого тела.	ЛК
	Тема 5.2. Типы поверхностных гидроксильных групп. Кислотные центры поверхности оксидов льюисовского и бренстедовского типа, методы тестирования. Связь электронных свойств и кислотности поверхности оксидных катализаторов с активностью и селективностью. Формы хемосорбции кислорода, их роль в каталитическом окислении олефинов (механизмы реакций).	ЛК, ЛР
Раздел 6. Экспериментальные методы исследования	Тема 6.1. Электронная микроскопия, зондовая микроскопия. Термодесорбция. Спектроскопия в ИК, УФ и видимой	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
поверхности твердых тел и адсорбированных частиц:	области.	
	Тема 6.2. Рентгенофотоэлектронная и Оже-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, дифракция медленных электронов, масс-спектрометрия вторичных ионов, EXAFS, XANES.	ЛК, ЛР

* - заполняется только п о **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – 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.	
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, химические реактивы, весы технические и аналитические, хроматографы Кристалл 2000М, Кристалл 5000, хромато-масс-спектрометр Кристалл, рентгенофлуоресцентный спектрометр, ИК-спектрометр Инфралюм ФТ-02, спектрофотометры СФ-103, компьютеры, стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран, демонстрационные материалы
Для	Аудитория для самостоятельной работы	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
самостоятельной работы обучающихся	обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Теория хемосорбции. Под. Ред. Дж. Смита. М. Изд. Мир. 1988. –386 с.
2. Боресков Г.К.. Гетерогенный катализ. М.Наука.1986.–304 с.(глава 5).
Боресков Г.К. Гетерогенный катализ - М. : Наука, 1986. - 303 с. - 3.20.
<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.
Крылов О.В. Гетерогенный катализ: учебное пособие /. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с. <https://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
4. Розовский А.Я. Катализатор и реакционная среда. М.Наука.1988.
5. Зенгуил Э. Физика поверхности. М.Мир.1990.
6. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.:Изд.Мир.1988.
7. Ф.Ф. Волькенштейн. Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции - М.: Наука, 1987.
<https://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
8. Дункен Х., Лыгин В.И. Квантовая химия поверхности твердых тел. М.Мир.1980.
9. Лекция 4. Понятие о зонной теории кристаллов. Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2951307.html>
10. Игорь Евгеньевич Тамм, 1897-1971. Биография. (Режим доступа: http://library.brstu.ru/static/bd/istor_ing_dela/personalia/tamm.pdf).

Дополнительная литература:

1. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М.:Мир.Изд.АСТ.2003.
2. Томас Дж. и др. Методы исследования катализаторов. Издательство: Мир. 1983.
3. Давыдов А.А.. ИК-спектроскопия в химии поверхности оксидов. Новосибирск, Изд. Наука СО АН СССР, 1984. –242 с.
4. В.И.Нефедов, В.Т.Черепин. Физические методы исследования поверхности твердых тел. М.Наука. 1983.–296 с.
5. Ягодовский В.Д. Адсорбция: учебное пособие - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 216 с. : ил. - (Учебник для высшей школы).

<https://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

6. Обзорные статьи И.И.Михаленко и В.Д.Ягодовского. Журнал физической химии. 2002, № 2, Журнал физической химии. 2005, № 9.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН им. П. Лумумбы и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН им. П. Лумумбы – ЭБС РУДН им. П. Лумумбы <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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

- Химическая энциклопедия <http://www.chemport.ru>

- Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>

- XuMuK: сайт о химии для химиков www.xumuk.ru

- IOPSCIENCE IOP Publishing <http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>

- Mendeley <http://www.mendeley.com/>

- Nature <http://www.nature.com/siteindex/index.html>

- RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry) <http://pubs.rsc.org/>

- ScienceDirect (ESD) <http://www.sciencedirect.com>

- Электронные ресурсы издательства Springer <https://rd.springer.com/>

- Wiley Online Library <http://www.wileyonlinelibrary.com/>

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/>

- Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry <https://www.reaxys.com/>

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

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

2. Методические указания по освоению дисциплина, подготовке к тестам

4. Методические указания по подготовке и оформлению презентаций и рефератов.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор, кафедра
физической и коллоидной
химии

Должность, БУП

Михаленко И.И.

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Кафедра физической и
коллоидной химии

Наименование БУП

Чередниченко А.Г.

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Декан ФФМиЕН, заведующий
кафедрой органической химии

Должность, БУП

Воскресенский Л.Г.

Подпись

Фамилия И.О.