

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Химия поверхностных явлений и адсорбция М2.ДВ.4

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Горбачук В.В.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__г

Регистрационный No 716814

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Горбачук В.В. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Valery.Gorbachuk@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- а) дать научные основы современной теории адсорбции и поверхностных физико-химических явлений, методологии моделирования и адсорбционных исследований наноструктуры пористых материалов, и их использования для дизайна супрамолекулярной структуры (текстуры) гетерогенных катализаторов, их носителей и адсорбентов.
- б) развитие способности самостоятельно решать практические и теоретические задачи по использованию теоретических и экспериментальных методов адсорбции и поверхностных физико-химических явлений в научной и производственной деятельности, для повышения качества жизни и здоровья.
- в) повышение профессиональной компетенции в широком наборе возможных будущих специальностей, основанных на использовании адсорбентов и пористых материалов и знании их основных физических и физико-химических свойств

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

относится к циклу М2 профессиональных дисциплин, его вариативной части М2.ДВ.4

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

химическую термодинамику поверхностных явлений и адсорбции, теоретические основы современных представлений о структуре поверхностей и экспериментальных методов их изучения

2. должен уметь:

ориентироваться в проблемах химической термодинамики поверхностных явлений и адсорбции, теоретических основах современных представлений о структуре поверхностей и экспериментальных методов их изучения

3. должен владеть:

основными подходами и экспериментальными методами исследования современной химии поверхностных явлений и адсорбции, позволяющими измерять основные физические и физико-химические параметры веществ и материалов, обусловленных особой структурой их поверхности и пористостью

4. должен демонстрировать способность и готовность:

решать задачи по прогнозированию свойств веществ и материалов, обусловленных особой структурой их поверхности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Современные представления о строении (текстуре) и морфологии пористых тел	3	1	0	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Текстурные характеристики поверхности	3	2	0	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Высоковакуумная техника изучения поверхностей на атомном уровне	3	2	0	2	0	
4.	Тема 4. Особенности поверхностей металлов	3	3	0	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Основы термодинамики поверхностей	3	3	0	2	0	
6.	Тема 6. Адсорбция физическая и хемосорбция	3	4	0	2	0	
7.	Тема 7. Нуклеация и рост тонких пленок на поверхности твердых тел	3	5	0	2	0	
8.	Тема 8. Экспериментальные методы исследования химического состава поверхностей и роста тонких пленок	3	5	0	2	0	
9.	Тема 9. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия поверхности	3	6	0	0	0	устный опрос
10.	Тема 10. Экспериментальные методы исследования структуры поверхностей	3	6	0	0	0	устный опрос
11.	Тема 11. Методы колебательной спектроскопии для изучения поверхностей	3	7	0	0	0	устный опрос
12.	Тема 12. Определение структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии	3	7	0	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Анализ экспериментальных данных по определению структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии	3	8	0	0	2	
14.	Тема 14. Термодинамика адсорбции	3	8	0	0	0	устный опрос
15.	Тема 15. Адсорбция на энергетически неоднородной или фрактальной поверхности	3	9	0	0	0	устный опрос
16.	Тема 16. Особенности адсорбции в микропорах, на поверхности и в объеме мезопор	3	9	0	0	0	устный опрос
17.	Тема 17. Методы экспериментального исследования физической и химической адсорбции	3	10	0	0	0	коллоквиум
18.	Тема 18. Основные свойства пористых тел	3	11	0	0	0	устный опрос
19.	Тема 19. Типовые механизмы формирования и изменений текстуры поверхности в различных условиях	3	11	0	0	0	устный опрос
20.	Тема 20. Закономерности коллоидной химии и физики кластеров	3	12	0	0	0	устный опрос
21.	Тема 21. Применение адсорбентов и других пористых материалов для задач очистки и разделения веществ	3	13	0	0	0	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
22.	Тема 22. Экспериментальные измерения изотерм адсорбции и десорбции азота при 77К	3	14	0	0	4	
23.	Тема 23. Экспериментальные измерения распределения пор по размерам методом ртутной порометрии	3	15	0	0	0	коллоквиум
24.	Тема 24. Методология анализа экспериментальных данных азотной и ртутной порометрии	3	16	0	0	4	
25.	Тема 25. Анализ полученных экспериментальных результатов	3	17	0	0	0	устный опрос
26.	Тема 26. Решение задач разной сложности по тематике курса	3	18	0	2	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			0	14	12	

4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Современные представления о строении (текстуре) и морфологии пористых тел
практическое занятие (2 часа(ов)):**

Современные пред-ставления о строении (текстуре) и морфоло-гии пористых тел.

Тема 2. Текстуальные характеристики поверхности

**Тема 3. Высоковакуумная техника изучения поверхностей на атомном уровне
практическое занятие (2 часа(ов)):**

Тема 4. Особенности поверхностей металлов

Тема 5. Основы термодинамики поверхностей

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема 6. Адсорбция физическая и хемосорбция

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема 7. Нуклеация и рост тонких пленок на поверхности твердых тел

практическое занятие (2 часа(ов)):

**Тема 8. Экспериментальные методы исследования химического состава поверхностей и
роста тонких пленок**

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема 9. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия поверхности

Тема 10. Экспериментальные методы исследования структуры поверхностей

Тема 11. Методы колебательной спектроскопии для изучения поверхностей

Тема 12. Определение структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Тема 13. Анализ экспериментальных данных по определению структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Тема 14. Термодинамика адсорбции

Тема 15. Адсорбция на энергетически неоднородной или фрактальной поверхности

Тема 16. Особенности адсорбции в микропорах, на поверхности и в объеме мезопор

Тема 17. Методы экспериментального исследования физической и химической адсорбции

Тема 18. Основные свойства пористых тел

Тема 19. Типовые механизмы формирования и изменений текстуры поверхности в различных условиях

Тема 20. Закономерности коллоидной химии и физики кластеров

Тема 21. Применение адсорбентов и других пористых материалов для задач очистки и разделения веществ

Тема 22. Экспериментальные измерения изотерм адсорбции и десорбции азота при 77К

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 23. Экспериментальные измерения распределения пор по размерам методом ртутной порометрии

Тема 24. Методология анализа экспериментальных данных азотной и ртутной порометрии

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Тема 25. Анализ полученных экспериментальных результатов

Тема 26. Решение задач разной сложности по тематике курса

практическое занятие (2 часа(ов)):

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Текстуры характеристики поверхности	3	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Особенности поверхностей металлов	3	3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
9.	Тема 9. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия поверхности	3	6	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Экспериментальные методы исследования структуры поверхностей	3	6	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
11.	Тема 11. Методы колебательной спектроскопии для изучения поверхностей	3	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
12.	Тема 12. Определение структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии	3	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
14.	Тема 14. Термодинамика адсорбции	3	8	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
15.	Тема 15. Адсорбция на энергетически неоднородной или фрактальной поверхности	3	9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
16.	Тема 16. Особенности адсорбции в микропорах, на поверхности и в объеме мезопор	3	9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
17.	Тема 17. Методы экспериментального исследования физической и химической адсорбции	3	10	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
18.	Тема 18. Основные свойства пористых тел	3	11	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
19.	Тема 19. Типовые механизмы формирования и изменений текстуры поверхности в различных условиях	3	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
20.	Тема 20. Закономерности коллоидной химии и физики кластеров	3	12	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
21.	Тема 21. Применение адсорбентов и других пористых материалов для задач очистки и разделения веществ	3	13	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
23.	Тема 23. Экспериментальные измерения распределения пор по размерам методом ртутной порометрии	3	15	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
25.	Тема 25. Анализ полученных экспериментальных результатов	3	17	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
26.	Тема 26. Решение задач разной сложности по тематике курса	3	18	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Разбор типичных задач химии поверхностных явлений и адсорбции, встречающихся на практике: в научной работе, медицине, быту, строительстве, сельском хозяйстве, пище-вой, химической и нефтехимической, горнорудной и нефтедобывающей промышленности. Лабораторные работы по изучению поверхностных явлений и адсорбции на современном научном оборудовании с применением компьютерной обработки результатов

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Современные представления о строении (текстуре) и морфологии пористых тел

Тема 2. Текстурные характеристики поверхности

устный опрос , примерные вопросы:

Текстурные характеристики поверхности, методы их определения и интерпретации результатов измерений.

Тема 3. Высоковакуумная техника изучения поверхностей на атомном уровне

Тема 4. Особенности поверхностей металлов

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности поверхностей металлов, кристаллов с атомной решеткой, полярных полупроводников, ионных кристаллов.

Тема 5. Основы термодинамики поверхностей

Тема 6. Адсорбция физическая и хемосорбция

Тема 7. Нуклеация и рост тонких пленок на поверхности твердых тел

Тема 8. Экспериментальные методы исследования химического состава поверхностей и роста тонких пленок

Тема 9. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия поверхности

устный опрос , примерные вопросы:

Рентгеновская фото-электронная спектроскопия поверхности. Электронная спектроскопия

Тема 10. Экспериментальные методы исследования структуры поверхностей

устный опрос , примерные вопросы:

Экспериментальные методы исследования структуры поверхно-стей. Рентгеновская спектроскопия погло-щения. Фотоэлектрон-ная спектроскопия.

Тема 11. Методы колебательной спектроскопии для изучения поверхностей

устный опрос , примерные вопросы:

Методы колебательной спектроскопии для изучения поверхно-стей. Инфракрасная спектроскопия и мик-роспектроскопия. Ва-рианты метода, осно-ванные на поглощении, отражении, малоугло-вом отражении.

Тема 12. Определение структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии

устный опрос , примерные вопросы:

Определение струк-турных характеристик поверхности методом инфракрасной спек-троскопии

Тема 13. Анализ экспериментальных данных по определению структурных характеристик поверхности методом инфракрасной спектроскопии

Тема 14. Термодинамика адсорбции

устный опрос , примерные вопросы:

Термодинамика ад-сорбции, уравнения изотерм Гиббса, Лен-гмюра, БЭТ и др.

Тема 15. Адсорбция на энергетически неоднородной или фрактальной поверхности

устный опрос , примерные вопросы:

Адсорбция на энерге-тически неоднородной или фрактальной по-верхности.

Тема 16. Особенности адсорбции в микропорах, на поверхности и в объеме мезопор

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности адсорб-ции в микропорах, на поверхности и в объе-ме мезопор, Капилляр-ная конденсация

Тема 17. Методы экспериментального исследования физической и химической адсорбции

коллоквиум , примерные вопросы:

Методы экспери-ментального исследования физической и химиче-ской адсорбции, изме-рения дисперсности, поверхности и других текстурных характери-стик.

Тема 18. Основные свойства пористых тел

устный опрос , примерные вопросы:

Основные свойства пористых тел: гетеро-генных катализаторов, адсорбентов, керамики разного назначения и др.

Тема 19. Типовые механизмы формирования и изменений текстуры поверхности в различных условиях

устный опрос , примерные вопросы:

Типовые механизмы формирования и изме-нений текстуры по-верхности в различных условиях

Тема 20. Закономерности коллоидной химии и физики кластеров

устный опрос , примерные вопросы:

Закономерности кол-лоидной химии и фи-зики кластеров, кри-визна поверхности, строение, синтез и свойства мезопористых мезофаз (наноструктур),

Тема 21. Применение адсорбентов и других пористых материалов для задач очистки и разделения веществ

коллоквиум , примерные вопросы:

применение адсорбен-тов и других пористых материалов для задач очистки и разделения веществ, хранения энергии или адсорби-рованных компонен-тов, демпфирования колебаний concentra-ции, давления и т.д.

Тема 22. Экспериментальные измерения изотерм адсорбции и десорбции азота при 77К

Тема 23. Экспериментальные измерения распределения пор по размерам методом ртутной порометрии

коллоквиум , примерные вопросы:

Экспериментальные измерения распределения пор по размерам методом ртутной порометрии

Тема 24. Методология анализа экспериментальных данных азотной и ртутной порометрии

Тема 25. Анализ полученных экспериментальных результатов

устный опрос, примерные вопросы:

Анализ полученных экспериментальных результатов (расчет удельной поверхности, объема микропор, распределения объема разных типов пор по характерным размерам)

Тема 26. Решение задач разной сложности по тематике курса

контрольная работа, примерные вопросы:

решение задач разной сложности по тематике курса

Тема. Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде контрольных работ и оценки результатов лабораторных работ и практических работ по анализу и обработке данных экспериментальных измерений

7.1. Основная литература:

1.Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии: учебник / Д. А. Фридрихсберг. 4-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. 410с.

2.Фридрихсберг Д.А Курс коллоидной химии. - 4 е, испр., доп. - М.: Лань, 2010. - 416 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4027

3.Щукин, Е.Д. Коллоидная химия: учебник для бакалавров: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Химия" и направлению "Химия" / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. 7-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2013. 443 с.

4.Гельфман М.И., Юстратов В.П. Неорганическая химия. - 2-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 528 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4032

7.2. Дополнительная литература:

1.Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем: учебник / Ершов Ю.А.. 2013. - 352 с. <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424285.html>

2.Комаров В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 203 с.

3.Лукьянов, А. Н. Неоднородные сорбенты [Электронный ресурс]: монография / А. Н. Лукьянов, О. Н. Кононова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 190 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=442464>

7.3. Интернет-ресурсы:

Курс коллоидной химии - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4027

КФУ Презентации лекций - <http://cheminst.ksu.ru/vvg>

Неоднородные сорбенты - <http://znanium.com/bookread.php?book=442464>

Неорганическая химия - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4032

Физическая химия дисперсных систем - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970424285.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Химия поверхностных явлений и адсорбция" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

) Средства визуальной информации:

- слайды с применением мультимедийной техники (разделы 1-6);
- раздаточный материал с изображением конструкций различных реакционных устройств и принципиальных схем некоторых каталитических процессов (разделы 3-6).

2) Современное оборудование для изучения свойств дисперсных систем в рамках Программы развития КФУ: титратор, спектрофотометры, рефрактометр, мутномер, кондуктометры, источники тока для электрофореза и электроосмоса

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .

Автор(ы):

Горбачук В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. _____

"__" _____ 201__ г.