

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

**доцент, канд.хим.наук Денисова
Л.Т.**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
КИНЕТИКА ГЕТЕРОГЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ**

Дисциплина Б1.В.02.05 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
Кинетика гетерогенных процессов

Направление подготовки /
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация

04.05.01.31 Физическая химия

Программу
составили

к.х.н., доцент, Шубин Александр

Анатольевич; к.х.н., доцент, Иртюго Лилия

Александровна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Основной целью курса "Кинетика гетерогенных процессов" дать теоретические представления и практические навыки анализа кинетики различных типов гетерогенных процессов.

Осуществляется ознакомление с общими принципами кинетики твердофазных реакций. Даются методы описания кинетики топохимических реакций, основанные на геометрических подходах и на представлении о независимости процессов зарождения и роста зародышей новой фазы, границы применимости известных кинетических моделей.

Особое внимание уделено проблеме корректного выбора модели и однозначности определения скоростей реакций.

Часть курса ориентирована на рассмотрение особенностей протекания твердофазных реакций, контролируемых диффузией. Рассматриваются кинетические подходы к анализу кинетики твердофазных реакций, протекающих в условиях импульсной активации (механохимической, радиационно-термической).

1.2 Задачи изучения дисциплины

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса:

- ознакомление слушателей с теорией в рамках программы курса;
- обучение работе с литературными источниками;
- обучение слушателей пользоваться полученными знаниями при решении практических задач.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-3:Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	
Уровень 1	современные тенденции и перспективы развития производств в области материаловедения и технологии материалов
Уровень 1	определять возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных кинетических результатов
Уровень 1	методикой систематизации информации, полученной в результате кинетических исследований

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной

программы

Дисциплина «Кинетика гетерогенных процессов» опирается на следующие дисциплины:

Кристаллохимия
Строение вещества
Химическая кинетика
Физика твердого тела
Химическая термодинамика
Введение в химию поверхностных явлений
Общая и неорганическая химия
Высокотемпературная физическая химия
Микроскопические методы анализа
Спецпрактикум по физической химии
Термохимия
Физическая химия
Физическая химия материалов электронной техники
Химия поверхностных явлений
Коллоидная химия
Химическая технология
Экспериментальные методы химической термодинамики
Аналитическая химия и физические методы исследования
Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика
Физико-химический анализ
Физические методы исследования
Химическое материаловедение
Электрохимия
Физическая химия неупорядоченных систем
Планирование эксперимента
Химия редких и рассеянных элементов
Дифференциальные уравнения
Высшая алгебра
Математический анализ
Общая и неорганическая химия
Основы химического эксперимента
Техническая химия

Дисциплина «Кинетика гетерогенных процессов» является базой для следующих дисциплин:

преддипломная практика
химико-технологическая практика

Высокотемпературная физическая химия
Микроскопические методы анализа
Спецпрактикум по физической химии
Термохимия
Физическая химия
Физическая химия материалов электронной техники
Химия окружающей среды
Химия поверхностных явлений

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		9
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,78 (64)	1,78 (64)
занятия лекционного типа	0,89 (32)	0,89 (32)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,89 (32)	0,89 (32)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,22 (44)	1,22 (44)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы формальной кинетики и кинетики гетерогенных процессов	12	0	0	20	ПК-3
2	Процессы на поверхности раздела фаз	20	0	32	24	ПК-3
Всего		32	0	32	44	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Общие принципы формулирования кинетических уравнений. Температурная зависимость скорости реакций.	4	2	0
2	1	Адсорбционные и диффузионные составляющие гетерогенного процесса.	8	2	0

3	2	Морфологические модели образования и роста зародышей	8	2	0
4	2	Анализ кинетики различных типов гетерогенных процессов	12	4	0
Всего			22	10	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Определение режима взаимодействия твердое тело-раствор	8	2	0
2	2	Изучение кинетики топохимических реакций	8	4	0
3	2	Изучение кинетики процессов травления	8	2	0
4	2	Изучение кинетики окисления металлов	8	2	0
Всего			22	10	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Франк-Каменецкий Д. А.	Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике: [учебник-монография]	Долгопрудный: Интеллект, 2008

Л1.2	Ярославцев А. Б.	Химия твердого тела: монография	Москва: Научный мир, 2009
Л1.3	Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д.	Химия твердого тела: учебное пособие по специальности 020101 (011000) "Химия"	Москва, 2006
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Дельмон Б., Болдырев В. В.	Кинетика гетерогенных реакций: перевод с французского	Москва: Мир, 1972
Л2.2	Розовский А. Я., Колбановский Ю. А.	Гетерогенные химические реакции. Кинетика и макрокинетика: монография	Москва: Наука, 1980
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Буданов В. В., Ломова Т. Н., Рыбкин В. В.	Химическая кинетика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Химическая технология», «Биотехнология», «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	Санкт- Петербург: Лань, 2014

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Бахтина Г.Д. Диффузия. Кинетика гетерогенных процессов: Методические указания к лекциям по физической химии/ Волгоград. гос.техн. ун-т.– Волгоград, 2011 . – 28 с.	http://dump.vstu.ru/files/storage/Kafiedry/FAKhp/STUDENTU_obuchayushchihsya_po_FGOS_3/Fizicheskaya_himiy_a/1_Metodicheskiy_kompleks/Diffuziya_Kinetika_geterogennyh_processov.pdf
Э2	Химическая кинетика гетерогенных процессов: учебное по-сobie / А.Н. Дьяченко, В.В. Шагалов; Томский политехнический уни-верситет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 102 с.	http://portal.tpu.ru/SHARED/s/SHAGALOV/rabota/Tab3/text4.pdf

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При реализации программы дисциплины «Кинети гетерогенных процессов» основой организации учебного процесса является системный подход, предполагающий взаимосогласованность содержания курсов, их преемственность и последовательность.

Учебные занятия проводятся в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Учебные занятия проводятся по расписанию, составляемому на семестр. Для всех видов аудиторных учебных занятий академический час устанавливается 45 минут. Лекции носят установочно-фундаментальный характер, направленный на изучение обучающимися соответствующей темы и содержат основные положения вопросов, составляющих суть темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников. На практических занятиях студенты закрепляют навыки, приобретенные на лекциях.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает проработку и закрепление лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины. Темы для самостоятельного изучения:

1. Химическое равновесие, Термодинамика гетерогенных процессов.
2. Кинетика сложных реакций.
3. Механизм Лэнгмюра-Хиншельвуда.
4. Уравнения связи между критериями подобия.
5. Многокомпонентная диффузия.
6. Гетерогенные процессы на пористой поверхности.
7. Диффузия через мембраны.
8. Неизотермические и другие нестационарные методы в кинетике твердофазных реакций.
9. Реакции с участием конденсированных фаз.
10. Особенности описания кинетики механохимических реакций.

Выполнение лабораторных работ проводится в соответствии с требованиями ТБ, группами обучающихся в количестве 2-3 человек, обязательно в присутствии преподавателя и УВП, вследствие повышенной опасности работы в химической лаборатории. Для соответствия между общим количеством обучающихся, одновременно выполняющих эксперимент, и количеством профессорско-преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала, присутствующих в лаборатории, общее количество обучающихся не должно превышать 16 человек в группе.

Для защиты лабораторной работы учащийся должен предоставить преподавателю отчет, оформленный в соответствии с требованиями СФУ и быть готовым ответить на вопросы касающиеся темы работы, а также тем для самостоятельного изучения, выполнения, расчетов и выводов лабораторной работы. Основные требования следующие:

1. Лабораторная работа должна быть оформлена на отдельных

листах с указанием ф.и.о. учащегося и номера группы.

2. Отчет должен содержать цель работы, краткое теоретическое введение с формулами, на которые далее будут ссылки при расчетах; результаты опытов и их обработку (все предусмотренные в работе графики, таблицы и расчеты); выводы.

3. Графики должны быть выполнены с соблюдением всех правил их построения карандашом на миллиметровке или графическим редактором на компьютере и представлены на отдельном листе в отчете. Каждый рисунок должен иметь подпись, содержащую всю информацию, необходимую для его восприятия и анализа полученных данных.

4. Отчет, по возможности, должен содержать расчет ошибок определения величин и указания на причины их появления.

Защита лабораторных работ проводится во время аудиторного занятия. Оценка «зачтено» выставляется, если лабораторная работа соответствует требованиям к оформлению с небольшими ошибками; корректно сформулированы цели, выводы им соответствуют; материал изложен логически правильно, применены методы статистики к обработке экспериментального материала, проведено сравнение эксперимента с табличными данными. При ответе на вопросы по теме лабораторной работы и тем для самостоятельного изучения студентом могут быть допущены одна-две неточности или несущественные ошибки. Студент способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры.

Оценка «незачтено» выставляется, если лабораторная работа не соответствует требованиям к оформлению; некорректно сформулированы цели и выводы. При ответе на вопросы обнаружено непонимание студентом основного содержания задаваемого вопроса или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах преподавателя.

При наличии успешно защищенных 4 лабораторных работ учащийся допускается до экзамена.

Экзамен принимается в устной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса из изучаемого курса и одну задачу.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не дал правильные ответы на оба теоретических вопроса и не решил задачу;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент дал правильные ответы на теоретических вопросы с большими неточностями, задача решена не полностью;

оценка «хорошо» выставляется при правильном полном ответе на

один теоретический вопрос, правильном решении задачи и неполном ответе на второй или при правильном ответе на оба вопроса и неточном решении задачи;

оценка «отлично» выставляется при полных ответах на все теоретические вопросы и правильном решении задачи.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	MS Power point, MS Internet explorer, Adobe Reader, Microsoft Office Excel
-------	--

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. - Режим доступа: http://elibrary.ru/ .
9.2.2	Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: http://pubs.rsc.org .
9.2.3	Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. - Режим доступа: http://www.sciencedirect.com
9.2.4	Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: http://www.xumuk.ru/encyklopedia/ .
9.2.5	

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная ПЭВМ, мультимедийным проектором и экраном. Аудитория для проведения лабораторных занятий. Общелабораторная посуда, оборудование и реактивы.

1 – калориметр лабораторный;

2 – термогравиметрическая установка;

3 – установка для изучения топохимических реакций;

4 – катетометр;

5 – установка для изучения кинетики гетерогенных взаимодействий методом вращающегося диска;

6 – весы электронные лабораторные;

7 – эвдиометр.

Выполнение лабораторных работ проводится в соответствии с требованиями ТБ, группами обучающихся в количестве 2-3 человек, обязательно в присутствии преподавателя и УВП, вследствие повышенной опасности работы в химической лаборатории. Для соответствия между общим количеством обучающихся, одновременно выполняющих эксперимент, и количеством профессорско-преподавательского состава и учебно-вспомогательного персонала, присутствующих в лаборатории, общее количество обучающихся не должно превышать 16 человек в группе.