

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

Денисова Л.Т.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Дисциплина Б1.В.01.ДВ.01.01 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
Высокотемпературная физическая химия

Направление подготовки / 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая
специальность химия

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

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)

Направление 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая химия

Программу
составили

д-р.хим.наук, профессор, В.М.Денисов

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Основная цель преподавания дисциплины «Высокотемпературная физическая химия» - формирование у обучающихся знаний о термодинамике высокотемпературных процессов, гетерогенного фазового равновесия, кинетики межфазных процессов, высокотемпературного тепло- и массообмена.

1.2 Задачи изучения дисциплины

основы термодинамического и кинетического анализа высокотемпературных процессов получения новых материалов;
термодинамический анализ многокомпонентных систем и процессов;
расчеты фазового и химического состава равновесных систем;
оценка кинетических характеристик высокотемпературных процессов на основе представлений об их строении и свойствах;
формирование представлений о современных высокотемпературных методах получения новых материалов.

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

ПК-4:Способен выбирать обоснованные подходы к синтезу и анализу свойств полифункциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами
--

ПК-5:Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Высокотемпературная физическая химия" является дисциплиной по выбору.

Дисциплина входит в вариативную часть, является дисциплиной по выбору. Для изучения дисциплины «Высокотемпературная физическая химия» студентам необходимо знать основное содержание следующих дисциплин, изучаемых при обучении в бакалавриате:

математика;
физика;
неорганическая химия;
физическая химия (химическая термодинамика, химическая кинетика);
коллоидная химия;

Освоение дисциплины необходимо для изучения дисциплин:

Реакции твердых тел

Физическая химия композиционных материалов

Химия новых материалов и нанотехнологии
и выполнения научно-исследовательской работы.

Физическая химия наноструктурированных систем

Кинетика гетерогенных процессов

Спец практикум по физической химии

Научно - исследовательская работа

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
		1
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	1,5 (54)
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	Высокотемпературные процессы в химии	9	10	18	34	
2	Методы получения новых материалов.	9	8	0	20	
Всего		18	18	18	54	

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 Физическая химия высокотемпературных процессов и систем как теоретическая основа получения новых материалов.	1	0	0

2	1	<p>Высокотемпературное окисление металлов. Термодинамический анализ. Особенности систем с конденсированными фазами переменного состава. Кинетика окисления металлов. Роль диффузии реагентов через образующийся оксидный слой и кристаллохимического превращения на границе металл-оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции.</p>	2	0	0
3	1	<p>Строение и свойства металлических, полупроводниковых и оксидных расплавов. Характеристика жидкого состояния. Особенности строения жидких металлов и полупроводников. Строение жидких оксидов. Физические свойства оксидных расплавов. Термодинамические расчеты на основе диаграмм состояния систем растворитель-оксид. Высокотемпературные расплавы-растворители для получения новых материалов спинтроники, электроники и оптоэлектроники.</p>	2	0	0

4	1	<p>Взаимодействие металлических и оксидных расплавов с газами.</p> <p>Термодинамический анализ взаимодействия газов с металлическими и полупроводниковыми расплавами. Кинетика растворения газов в расплавах.</p> <p>Относительные скорости окисления различных компонентов расплава.</p>	2	0	0
5	1	<p>Строение и свойства границы металл-оксид.</p> <p>Межфазное натяжение и адсорбция компонентов.</p> <p>Адгезия и когезия. Угол смачивания. Влияние температуры на межфазное взаимодействие в системах металл - оксид металла. Основные уравнения, описывающие кинетику взаимодействия фаз.</p>	2	0	0
6	2	<p>Классификация методов выращивания кристаллов.</p> <p>Выращивание кристаллов в процессе твердофазного превращения в однокомпонентной системе.</p>	2	0	0
7	2	<p>Рост кристаллов при фазовом переходе жидкость-твердое тело в однокомпонентной системе. Выращивание из расплава способом направленной кристаллизации. Метод Чохральского. Метод Вернейля. Плавление в холодном контейнере. Зонная плавка.</p>	2	1	0

8	2	Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода газ-твердое тело в однокомпонентной системе. Сублимация-конденсация. Напыление.	2	1	0
9	2	Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода жидкость-твердое тело в многокомпонентной системе.	1	1	0
10	2	Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода газ-твердое тело в многокомпонентной системе. Химические транспортные реакции. Газофазная эпитаксия. Химические реакции в газовой фазе.	2	0	0
Всего			18	2	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
1	1	Кинетика окисления металлических расплавов. Законы окисления, константы скоростей. влияние легирования другими металлами.	8	0	0
2	1	Практическое занятие- расчет высокотемпературной межфазной энергии. Методом лежащей капли определяют контактный угол. Рассчитывают работу адгезии.	2	0	0

3	2	Выращивание кристаллов в процессе твердофазного перехода в многокомпонентной системе.	2	0	0
4	2	Выращивание эпитаксиальных слоев осаждением в вакууме. Подготовка к написанию итоговой контрольной работы.	6	0	0
Всего			18	0	0

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	1	Изучение кинетики окисления твердых металлов или сплавов кислородом воздуха. Кинетику взаимодействия металлов с кислородом изучают методом высокотемпературной гравиметрии при нескольких температурах. По полученным данным рассчитывают энергию активации процесса, устанавливают режим (диффузионный или кинетический). Устанавливают влияние легирования другим металлом.	8	1	0
2	1	Изучение высокотемпературной теплоемкости металлических оксидов методом ДСК	10	2	0
Всего			18	2	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Бычков П. С., Шиманский А. Ф., Пиксина О. Е., Васильева М. Н.	Термические методы анализа: учеб.-метод. пособие [для лаборат. работ] магистров направлений подготовки 150400 и 150100	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.2	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Высокотемпературная физическая химия. Методы выращивания кристаллов: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.68 Химия, 020101.65 Химия, 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия]	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.3	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»]	Красноярск: СФУ, 2012

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	Эткинс П. У., Паула Д. д., Лунин В. В., Полторак О. М.	Физическая химия: Ч. 1. Равновесная термодинамика: в 3 частях : перевод с английского	Москва: Мир, 2007
Л1.2	Пригожин И. Р., Дефэй Р., Михайлов В. А.	Химическая термодинамика: монография	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009
Л1.3	Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г.	Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2015
6.2. Дополнительная литература			

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Денисов В. М., Белецкий В. В., Бахвалов С. Г., Петрова Е. М.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: лабораторные работы для студентов химического факультета по специальности "Материаловедение и технология новых материалов". Курс 5, семестр 10	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1996
Л2.2	Старк Д. П., Трусов Л. И.	Диффузия в твердых телах: пер. с англ.	Москва: Энергия, 1980
Л2.3	Истомин С. А., Пастухов Э. А., Денисов В.М.	Физико-химические свойства оксидно-фторидных расплавов	Екатеринбург: УрО РАН, 2009
Л2.4	Денисов В. М., Истомин С. А., Подкопаев О. И., Белоусова Н. В., Пастухов Э. А.	Германий, его соединения и сплавы	Екатеринбург: УрО РАН, 2002
Л2.5	Багдасаров Х. С.	Высокотемпературная кристаллизация из расплава: научное издание	Москва: Физматлит, 2004
Л2.6	Истомин С. А., Пастухов Э. А., Денисов В.М.	Физико-химические свойства оксидно-фторидных расплавов	Екатеринбург: УрО РАН, 2009
Л2.7	Багдасаров Х. С., Горяинов Л. А.	Тепло- и массоперенос при выращивании монокристаллов направленной кристаллизацией: монография	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007
Л2.8	Енютина Т. А., Шалаев И. М., Марченкова С. Г.	Техническая термодинамика: учеб. пособие для студентов вузов	Красноярск: СФУ, 2012
Л2.9	Войтович Р. Ф., Головко Э. И., Францевич И. Н.	Высокотемпературное окисление металлов и сплавов: справочник	Киев: Наукова думка, 1980
Л2.1 0	Кубашевский О., Гопкинс Б.	Окисление металлов и сплавов: пер. с англ.	Москва: Металлургия, 1965
Л2.1 1	Кубашевский О., Гопкинс Б.	Окисление металлов и сплавов: пер. с англ.	Москва: Изд-во иностранной литературы, 1955
Л2.1 2	Кофстад П., Колчин О. П., Петелина Г. С., Троянов С. И.	Высокотемпературное окисление металлов	Москва: Мир, 1969
Л2.1 3	Биркс Н., Майер Дж.	Введение в высокотемпературное окисление металлов: пер. с англ.	Москва: Металлургия, 1987
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Бычков П. С., Шиманский А. Ф., Пиксина О. Е., Васильева М. Н.	Термические методы анализа: учеб.-метод. пособие [для лаборат. работ] магистров направлений подготовки 150400 и 150100	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.2	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Высокотемпературная физическая химия. Методы выращивания кристаллов: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.68 Химия, 020101.65 Химия, 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия]	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.3	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»]	Красноярск: СФУ, 2012

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

Э1	А.Н. Ватолин, В.В. Рогачев КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ	Режим доступа: http://www.ustu.ru
Э2	А.Л. Емелина ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ	Режим доступа: http://td.chem.msu.ru/uploads/files/courses/special/expmethods/dsc-metod.pdf
Э3	Выращивание монокристаллов методом Чохральского	Режим доступа: http://medphysics-irk.ru/lect-kef/solid-state/mat-practice.pdf
Э4	Как выращивают кристаллы. Краткий обзор.	Режим доступа: http://ftfsite.ru/wp-content/files/medods_kristallov_5.2.pdf
Э5	М.Г. Киселев. Определение краевого угла смачивания на твердых поверхностях	Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/7007/%D0%A1.%2038-41.pdf?sequence=1

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При реализации программы дисциплины «Высокотемпературная физическая химия» основой организации учебного процесса является системный подход, предполагающий взаимосогласованность содержания курсов, их преемственность и последовательность.

Учебные занятия проводятся в виде лекций, лабораторных работ 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 сущность темы, содержат рекомендации по более глубокому самостоятельному изучению темы с помощью литературных источников.

На лабораторных занятиях студенты осваивают основные приемы проведения исследований, правила обработки результатов, закрепляют навыки, приобретенные на лекциях.

Целью лабораторных занятий является более глубокое осознание студентами химических процессов и законов. Эта задача может быть успешно решена только в том случае, если лабораторные работы выполняются с достаточным пониманием сущности исследуемых процессов.

Лабораторные работы выполняются самостоятельно студентами в составе мини группы 2-3 человека в строгом соответствии с инструкциями, в отведенные по расписанию часы занятий. Перед началом лабораторного практикума все студенты проходят инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале.

Основные этапы выполнения лабораторной работы:

I. Подготовка к работе (этап, необходимый для получения допуска к выполняемой работе).

II. Выполнение работы.

III. Оформление отчета.

IV. Защита лабораторной работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

1. Проработку и закрепление лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

2. Оформление и подготовку к защите лабораторных работ.

Задания на самостоятельную работу выдаются преподавателями, ведущими лабораторные занятия.

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала выносятся следующие темы:

1. Термодинамические функции (изменения энтальпии, энтропии; приведенная энергия Гиббса; влияние температуры на возможность протекания процессов).

2. Общие кинетические закономерности окисления твердых металлов. Законы и механизмы окисления. Влияние температуры и степени полидисперсности на процесс окисления.

3. Типы диаграмм состояния, термодинамические расчеты на основе диаграмм состояния.

4. Внутрифазное окисление. Понятие о катастрофическом окислении металлов (сплавов).

5. Межфазные взаимодействия на границе раздела металл-оксид (физадсорбция, хемосорбция, адгезионные взаимодействия).

6. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (аллотропические модификации на примере диаграммы состояния висмута).

7. Влияние примеси на процесс кристаллизации. Метод Бриджмена - Стокбаргера. Особенности метода Чохральского. Методы Киропулоса и Степанова.

8. Выращивание кристаллов в процессе твердофазного перехода в многокомпонентной системе.

9. Выращивание кристаллов из высокотемпературных растворов-расплавов.

10. Выращивание эпитаксиальных слоев осаждением в вакууме.

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

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Сопровождение учебного процесса требует применения программного обеспечения, позволяющего создавать, редактировать, представлять текстовый и иллюстративный материал, проводить мат. обработку экспериментальных данных: MSOffice (MSWord, MSExcel, MSPowerPoint).
-------	--

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	База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО. -Режим доступа: http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/ .

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

Технические средства обучения для проведения лекционных занятий (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

Учебно-лабораторное оборудование общего назначения.

Весы лабораторные XP4002S Mettler Toledo.

Цифровой фотоаппарат.

Термогравиметрическая установка.

Высокотемпературная горизонтальная печь сопротивления.

Прибор синхронного термического анализа ТГ-ДТА/ДСК STA 449 C Jupiter (Netzsch, Германия).