

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.02.ДВ.06.01 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Высокотемпературная физическая химия

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

04.05.01.31 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д-р хим. наук, профессор, Денисов В.М.

должность, инициалы, фамилия

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;
проведение физико-химических расчетов применительно к системам и процессам химической технологии;
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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
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	
ПК-1.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	
ПК-2: Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук	
ПК-2.1: Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	

ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	
---	--

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	2,22 (80)	
занятия лекционного типа	0,89 (32)	
практические занятия	0,44 (16)	
лабораторные работы	0,89 (32)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,78 (28)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Высокотемпературные процессы в химии									
	1. Введение Физическая химия высокотемпературных процессов и систем как теоретическая основа получения новых материалов.	2							
	2. кинетика и термодинамика гетерогенных процессов. Скорость реакции, направленность процесса.			4					
	3. Термодинамические функции (изменения энтальпии, энтропии; приведенная энергия Гиббса; влияние температуры на возможность протекания процессов).							2	

<p>4. 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>	3							
<p>5. Изучение кинетики окисления твердых металлов 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).</p>				10				
<p>6. Общие кинетические закономерности окисления твердых металлов. Законы и механизмы окисления. Влияние температуры и степени полидисперсности на процесс окисления. Подготовка к выполнению и защите л.р.</p>						3		

7. 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.	4							
8. Типы диаграмм состояния, термодинамические расчеты на основе диаграмм состояния. Подготовка в выполнении и защите лабораторной работы							1	
9. Расчет и построение температурной зависимости по данным ДСК теплоемкости металлических оксидов. Расчет термодинамических функций.			4					
10. Взаимодействие металлических и оксидных расплавов с газами. Термодинамический анализ взаимодействия газов с металлическими и полупроводниковыми расплавами. Кинетика растворения газов в расплавах. Относительные скорости окисления различных компонентов расплава.	4							

11. Изучение кинетики окисления металлических расплавов. Кинетику взаимодействия металлов с кислородом воздуха изучают методом высокотемпературной гравиметрии при постоянной температуре. По полученным данным устанавливают закон окисления, рассчитывают константы скоростей. Устанавливают влияние легирования другим металлом.					10			
12. Внутрифазное окисление. Понятие о катастрофическом окислении металлов (сплавов). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							2	
13. Строение и свойства границы металл-оксид. Межфазное натяжение и адсорбция компонентов. Адгезия и когезия. Угол смачивания. Влияние температуры на межфазное взаимодействие в системах металл - оксид металла. Основные уравнения, описывающие кинетику взаимодействия фаз.	4							
14. Высокотемпературное межфазное взаимодействие в системе жидкий оксид – твердый металл. Методом лежащей капли определяют контактный угол. Рассчитывают работу адгезии.					12			
15. Межфазные взаимодействия на границе раздела металл-оксид (физадсорбция, хемосорбция, адгезионные взаимодействия). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы).							4	
2. Методы получения новых материалов.								
1. Классификация методов выращивания кристаллов. Выращивание кристаллов в процессе твердофазного превращения в однокомпонентной системе.	3							

2. Типы фазовых диаграмм. Многокомпонентные диаграммы состояния. Правила построения.			4					
3. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (аллотропические модификации на примере диаграммы состояния висмута).							4	
4. 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.	3							
5. Расчет примесной концентрации, коэффициентов распределения примесных компонентов.			2					
6. Влияние примеси на процесс кристаллизации. Метод Бриджмена - Стокбаргера. Особенности метода Чохральского. Методы Киропулоса и Степанова.							2	
7. Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода газ-твердое тело в однокомпонентной системе. Сублимация-конденсация. Напыление.	3							
8. Выращивание кристаллов в процессе твердофазного перехода в многокомпонентной системе.							2	
9. Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода жидкость-твердое тело в многокомпонентной системе.	3							
10. Выращивание кристаллов из высокотемпературных растворов-расплавов.							2	

11. Выращивание кристаллов в процессе фазового перехода газ-твердое тело в многокомпонентной системе. Химические транспортные реакции. Газофазная эпитаксия. Химические реакции в газовой фазе.	3							
12. Расчет кинетики транспортных реакций			2					
13. Выращивание эпитаксиальных слоев осаждением в вакууме. Подготовка к написанию итоговой контрольной работы.							6	
14.								
Всего	32		16		32		28	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Пригожин И. Р., Дефэй Р., Михайлов В. А. Химическая термодинамика: монография(Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний).
2. Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
3. 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]).
4. Старк Д. П., Трусов Л. И. Диффузия в твердых телах: пер. с англ. (Москва: Энергия).
5. Истомин С. А., Пастухов Э. А., Денисов В.М. Физико-химические свойства оксидно-фторидных расплавов(Екатеринбург: УрО РАН).
6. Денисов В. М., Истомин С. А., Подкопаев О. И., Белоусова Н. В., Пастухов Э. А. Германий, его соединения и сплавы(Екатеринбург: УрО РАН).
7. Багдасаров Х. С. Высокотемпературная кристаллизация из расплава: научное издание(Москва: Физматлит).
8. Истомин С. А., Пастухов Э. А., Денисов В.М. Физико-химические свойства оксидно-фторидных расплавов(Екатеринбург: УрО РАН).
9. Багдасаров Х. С., Горяинов Л. А. Тепло- и массоперенос при выращивании монокристаллов направленной кристаллизацией: монография(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
10. Енютина Т. А., Шалаев И. М., Марченкова С. Г. Техническая термодинамика: учеб. пособие для студентов вузов(Красноярск: СФУ).
11. Войтович Р. Ф., Головкин Э. И., Францевич И. Н. Высокотемпературное окисление металлов и сплавов: справочник(Киев: Наукова думка).
12. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов: пер. с англ. (Москва: Металлургия).
13. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов: пер. с англ. (Москва: Изд-во иностранной литературы).
14. Кофстад П., Колчин О. П., Петелина Г. С., Троянов С. И. Высокотемпературное окисление металлов(Москва: Мир).
15. Биркс Н., Майер Дж. Введение в высокотемпературное окисление металлов: пер. с англ.(Москва: Металлургия).
16. 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).
17. 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).
18. 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).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

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).

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
2. Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <http://pubs.rsc.org>.
3. Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. - Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>
4. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
5. База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО. -Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/>.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 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)