

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

Б1.В.01.04 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Реакции твердых тел

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

04.04.01.07 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

д-р.хим.наук, профессор, Н.Н. Головнев

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – формирование у обучающихся современных представлений о строении твердых тел, химической связи в твердых телах, механизмах химических реакций твердых тел с твердыми, жидкими и газообразными веществами, методах получения и фазовых превращениях твердых тел.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Получение обучающимися фундаментальных знаний о структуре твердых тел, химической связи в твердых телах, механизмах химических реакций с участием твердых тел, методах получения и фазовых превращениях твердых тел; представление о связи физических и химических свойств твердого тела с его строением; умение работать с учебной, научной и справочной литературой посвященной реакциям твердых тел.

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-4: Способен выбирать обоснованные подходы к синтезу и анализу свойств полифункциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами	
ПК-4.1: Применяет знания о химических свойствах веществ, при анализе соотношения «состав - физико-химические свойства»	знать закономерности влияния состава вещества на его физико-химические свойства уметь применить знания о закономерности влияния состава вещества на его физико-химические свойства владеть навыками применения знаний о закономерности влияния состава вещества на его физико-химические свойства
ПК-4.2: Использует знания о закономерностях протекания химических процессов, состояния химического и фазового равновесия, закономерностях кинетики химических и каталитических реакций при разработке и анализе новых материалов	знать закономерности протекания химических процессов и особенности состояний химического и фазового равновесий уметь соотносить закономерности протекания химических процессов и особенности состояний химического и фазового равновесий со строением и составом соединений владеть умением соотносить закономерности протекания химических процессов и особенности состояний химического и фазового равновесий со строением и составом соединений

ПК-4.3: Вырабатывает стратегию поиска прототипов материалов, полифункционального	<p>знать стратегии поиска и разработки новых материалов полифункционального значения с учетом их физико-химических свойств</p> <p>уметь применить стратегии поиска и разработки</p>
назначения с учетом требований к их физико-химическим и эксплуатационным свойствам и возможных ограничений	<p>новых материалов полифункционального значения с учетом требований к их физико-химическим свойствам</p> <p>владеть навыками поиска и разработки новых материалов полифункционального значения с учетом требований к их физико-химическим свойствам</p>
ПК-4.4: Разрабатывает и внедряет новые методики контроля, измерения и испытания, а также разработки и выбора материалов	<p>знать существующие методики контроля, измерения и испытания различных материалов</p> <p>уметь выбрать методы контроля, измерения и испытания различных материалов, подходящие к конкретному материалу</p> <p>владеть знаниями о существующих методах контроля, измерения и испытания различных материалов, подходящих к конкретному материалу</p>
ПК-4.5: Выполняет операции контроля, измерения свойств (инженерных, технологических, эксплуатационных) и испытания материалов на современном оборудовании	<p>знать возможности современного оборудования для проведения контроля и измерения свойств материалов</p> <p>уметь использовать возможности современного оборудования для проведения контроля и измерения свойств материалов</p> <p>владеть навыками работы на современном оборудовании для проведения контроля и измерения свойств материалов</p>
ПК-4.6: Анализирует и оценивает эффективность методов разработки и выбора материалов с учетом их свойств	<p>знать как методы получения материалов влияют на их свойства и качество получаемого материала</p> <p>уметь анализировать и оценивать эффективность методов получения новых материалов</p> <p>владеть навыками оценивания эффективности методов получения новых материалов</p>
ПК-4.7: Выбирает на основании знаний о физико-химических свойствах материалов способы термической или химико-термической обработки	<p>знать существующие способы термической и химико-термической обработки материалов</p> <p>уметь выбрать соответствующий способ термической и химико-термической обработки материала исходя из его свойств</p> <p>владеть умением выбрать соответствующий способ термической и химико-термической обработки материала исходя из его свойств</p>
ПК-5: Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	

ПК-5.1: Проводит поиск научной информации в специализированных базах данных	знать существующие источники информации и возможные способы поиска данных в них уметь осуществлять поиск информации с привлечением разных способов поиска владеть основами поиска информации, используя разные возможные источники
ПК-5.2: Анализирует современные тенденции и перспективы развития производств в области материаловедения и технологии материалов.	знать современные тенденции и перспективы развития производства новых материалов уметь выбрать технологию получения новых материалов, основываясь на анализе современных тенденций развития производства владеть навыками анализа современных тенденций развития производства для выбора технологии получения новых материалов
ПК-5.3: Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике проводимого исследования	знать тенденции развития науки и производства в исследуемой тематике в отечественном и зарубежном опыте уметь проанализировать и обобщить отечественный и зарубежный опыт в исследуемой тематике владеть навыками анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта в исследуемой тематике
ПК-5.4: Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, обобщает и публикует результаты исследований	знать правила и основы составления научных отчетов, обзоров, публикаций уметь составить по принятым правилам и стандартам научный отчет, обзор, публикацию владеть навыками составления научных отчетов, обзоров, публикаций

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://i.sfu-kras.ru/workgroups/group/1614/>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				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. Симметрия, структура и типы связей в кристалле											
		1. Аморфные и кристаллические вещества. Основные типы взаимодействий в твердых веществах. Введение в химию твердого тела. Представления о шаровых упаковках. Элементарная ячейка. Параметры и типы кристаллической решетки. Кембриджская база структурных данных, база ICDD.		2							
		2. Атомные и молекулярные структуры. Строение ионных кристаллов								4	
		3. Рост кристаллов								2	
		4. Влияние электронного строения катиона на энергию кристаллической решетки. Сопоставление энергии кристаллической решетки кристаллов различного типа.								6	

5. Аморфные и кристаллические вещества. Взаимодействия в твердых веществах. Представления о шаровых упаковках и их типы: ППУ, КПУ (ГЦК), ОЦК, кубическая примитивная. Политипия. Элементарная ячейка и ее важнейшие типы. Параметры кристаллической решетки.			2						
2. Зонная структура, физические свойства и эффекты в твердых телах									
1. Химия дефектов кристаллической решетки. Основные типы. Механизмы образования дефектов. Нестехиометрические соединения. Твердые растворы.	2								
2. Адсорбция на границе раздела «твердое тело-жидкость». Координационная модель В. Штамма. Типы поверхностных комплексов. Роль комплексообразования на поверхности твердых тел в окружающей среде.	2								
3. Взаимодействие твердых веществ с газами. Основы гетерогенного катализа на поверхности твердых катализаторов. Механизм реакции Лэнгмюра-Хиншелвуда. Механизм реакции Эля-Ридела. Каталитическое окисление СО до СО ₂ .	2								
4. Топохимия. Механизмы диффузии в твердых телах. Коэффициент диффузии и его определение.	2								
5. Механизмы $A(тв) + B(газ) = C(тв)$ на примере окисления металлов. Реакции «твердое + твердое». Механизмы синтеза шпинелей. Особенности реакций протекающих при низком давлении кислорода.	2								

6. Взаимодействие твердых веществ с газами. Основы гетерогенного катализа на поверхности твердых катализаторов. Механизмы реакций Лэнгмюра-Хиншеллуда и Элея-Ридела. Реакция каталитического окисления CO до CO ₂ и ее применение.			2					
7. Инженерия кристаллов. Роль межмолекулярных взаимодействий. Влияние на состав и структуру кристаллов физических (ультразвук, температура и т.д.) и химических (растворитель, pH, состав раствора и его предистория) факторов. пересыщенного раствора. Солевые и молекулярные сокристаллы, получение и применение.			2					
8. Адсорбция на границе раздела «твердое тело-жидкость». Координационная модель В. Штамма. Типы поверхностных комплексов.			2					
9. Роль комплексообразования в поверхностных процессах на границе раздела «твердое тело-жидкость». Его влияние на распределение и перенос химических элементов в природных системах.			2					
10. Реакции «твердое + твердое». Механизмы синтеза шпинелей $AO + B_2O_3 \leftrightarrow AB_2O_4$. Описание процессов протекающих при различном соотношении коэффициентов диффузии A^{2+} , B^{3+} и O^{2-} . Особенности реакций при низком давлении кислорода. Роль твердофазных реакций в современных технологиях.			2					
11. Особенности кинетики твердофазных реакций. Термодинамика образования зародышей новой фазы.							4	

12. Твердофазные реакции, контролируемые диффузией.								2	
13. Реакции гетерогенного катализа на поверхности твердых тел. Примеры их практического применения.								4	
14. Сорбционные явления. Поверхностная диффузия. Влияние на проводимость дисперсности веществ. Свойства композиционных материалов.								4	
15. Направленная диффузия. Диффузия в материалах, претерпевающих фазовые переходы, и в материалах, содержащих примеси.								4	
16. Энергия одноатомных (молекулярных) кристаллов. Энергия ионных кристаллов.								4	
17. Ионный обмен								4	
18. Поверхность твердого тела. Энергия и строение поверхности твердых тел.								4	
19. Особенности механизмов некоторых твердофазных процессов								4	
20. Кинетические уравнения для твердофазных реакций								2	
3. Магнитные свойства твердых тел. Сверхпроводимость									
1. Механизмы проводимости. Кислород-ионные проводники. Кислородные сенсоры. Топливные элементы. Фторпроводящие твердые электролиты. Структура алюмината натрия (β -глинозема). Строение и использование $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$. Другие перспективные твердые электролиты.	2								

2. Твердые электролиты. Механизмы проводимости. Кислород-ионные проводники и их применение. Топливные элементы. Фторпроводящие твердые электролиты. Аллюминат натрия (β -глинозем, $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ и другие твердые лектролиты.			2					
3. Ионная проводимость стекол и полимеров. Применение твердых электролитов.							4	
4. Суперионное состояние. Особенности протонной проводимости и ее механизмы.							4	
5. Сегнетоэлектрики. Магнитные свойства электронов и ядер. Ферро- и антиферромагнетизм.							4	
6. Элементы зонной теории. Металлическая проводимость. Сверхпроводимость. Полупроводники.							4	
4. Фононы, теплоемкость, упругие и диэлектрические свойства кристаллов								
1. Типы реакций твердых тел и особенности их протекания. Составление квазихимических уравнений с использованием системы обозначений Крегера-Винка. Краткая характеристика методов изучения реакций твердых тел.	2							
2. Инженерия кристаллов. Факторы, влияющие на на состав и структуру кристаллов. Со-кристаллы, их, получение и применение. Полиморфизм. Таутомерный полиморфизм на примере 2-тиобарбитуровой и барбитуровой кислот. Супрамолекулярные мотивы и их классификация.	2							
3. Топохимия. Механизмы диффузии в твердых телах. Коэффициент диффузии и его определение. Способы активации твердых веществ. Механохимия.			2					

4. Химия дефектов кристаллической решетки. Основные типы. Механизмы образования дефектов. Нестехиометрические соединения. Твердые растворы.			2					
5. Методы инициирования твердофазных реакций							2	
6. Механические свойства твердых тел и протяженные дефекты. Упругость твердых тел. Прочность материала. Механические свойства полимеров.							6	
7. Зачет проводится в устной форме. По результатам ответа на два теоретических вопроса зачет ставится при удовлетворительных ответах обучающегося на два вопроса или при удовлетворительном ответе на один вопрос и удовлетворительных ответах на два последующих вопроса из рабочей программы дисциплины. оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если в ответе верно изложено не менее 50 % материала и не допущено существенных неточностей; оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части (более 50 %) программного материала и допускает существенные ошибки								
Всего	18		18				72	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Ярославцев А. Б. Химия твердого тела: монография(Москва: Научный мир).
2. Головнев Н. Н., Молокеев М. С. 2-тиобарбитуровая кислота и ее комплексы с металлами: синтез, структура и свойства: монография (Красноярск: СФУ).
3. Браун М., Доллимор Д., Галвей А., Болдырев В. В. Реакции твердых тел: перевод с английского(Москва: Мир).
4. Тамм М.Е., Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Физико-химические основы неорганической химии: учебник(Москва: Издательский центр «Академия»).
5. Шиманский А. Ф., Шубин А. А. Физикохимия твердого тела: учебное пособие для вузов по специальностям 070800 "Физикохимия процессов и материалов" и 01100 "Химия" по дисциплинам "Физикохимия неорганических материалов" и "Физикохимия неупорядоченных систем"(Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ]).
6. Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д. Химия твердого тела: учебное пособие по специальности 020101 (011000) "Химия"(Москва).
7. Головнев Н. Н. Влияние рН на равновесия комплексообразования: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).

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. MS Power point
2. MS Internet explorer
3. Adobe Reader

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. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети.- Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
2. Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. – Режим доступа: <http://www.nature.com>.
3. EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) – электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>

4. Cambridge University Press - доступ к текущим выпускам журналов издательств Cambridge University Press (с 1996-2015 гг) . – Режим доступа: <http://www.journals.cambridge.org>
5. Royal Society of Chemistry - журналы открытого доступа. - Режим доступа: <http://pubs.rsc.org>.
6. Elsevier - доступ к Freedom Collection издательства Elsevier. В комплект подписки Freedom Collection издательства Elsevier входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины, размещенные на платформе ScienceDirect, (23 предметные коллекции), охват более 1900 названий журналов. Архив 2010-2014 гг. - Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>
7. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн. -Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
8. База данных термодинамических величин ИВТАНТЕРМО. -Режим доступа: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/>
- 9.

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)

1. Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).
2. Учебно-научное оборудование ЦКП СФУ.
учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами с возможностью к библиотечным и справочным ресурсам через Интернет.