

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ТВЕРДОФАЗНЫЕ РЕАКЦИИ»

Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Профиль:	Технология неорганических веществ
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт нефти, химии и нанотехнологий
Факультет:	Факультет химических технологий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Технологии неорганических веществ и материалов»
Курс; семестр	4; 11

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Практическое занятие	4	0,11
Самостоятельная работа	28	0,78
Форма аттестации: Зачет (11 сем)	4	0,11
Всего	36	1

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 922 от 07.08.2020) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология для профиля «Технология неорганических веществ» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Профессор

Р.Т. Ахметова

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии неорганических веществ и материалов», протокол от 04.06.2021 г. № 11.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.И. Хацринов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Твердофазные реакции» являются:

- а) получение бакалаврами теоретических знаний по термодинамике, кинетике твердофазных реакций;
- б) получение навыков термодинамических и кинетических расчетов по термограммам, умению их использования при выборе оптимальных технологических режимов в технологии неорганических веществ.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Твердофазные реакции» относится к факультативным дисциплинам ООП и формирует у обучающихся по профилю «Технология неорганических веществ» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Твердофазные реакции» обучающийся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Кристаллохимия
2. Общая и неорганическая химия
3. Современные методы исследования в неорганической технологии
4. Теоретические основы технологии неорганических веществ
5. Физическая химия
6. Химическая технология неорганических веществ (часть 1)

Дисциплина «Твердофазные реакции» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Квантовая химия
2. Оборудование и основы проектирования по технологии неорганических веществ
3. Технология основного неорганического синтеза
4. Химическая технология неорганических веществ (часть 2)

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-4 Способен использовать знание свойств химических элементов, неорганических соединений и материалов на их основе, применять пакеты прикладных программ в технологии неорганических веществ

ПК-4.1. Знает фундаментальные принципы взаимосвязи между составом, строением, свойствами и реакционной способностью неорганических соединений

ПК-4.2. Умеет использовать теоретические основы неорганической технологии для решения задач профессиональной деятельности

ПК-4.3. Владеет навыками использования пакета прикладных программ в технологии

В результате освоения дисциплины обучающийся должен**Знать:**

базовые принципы строения вещества, природы химической связи, реакционной способности в неорганических соединениях и материалах на их основе, понимания свойств материалов и механизма химических процессов

Уметь:

использовать теоретические основы неорганической технологии для эффективного решения практических задач по твердофазному синтезу

Владеть:

навыками применения на практике прикладными программами для изучения механизма химических процессов в в технологии неорганических веществ

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц, 36 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Твердофазные реакции. Классификация	11				3	Реферат
2.	Термодинамика твердофазных реакций	11		1		3	Контрольная работа; Реферат
3.	Поведение твердых тел при нагревании	11				3	Реферат
4.	Кинетика гетерогенных реакций	11		1		3	Контрольная работа; Реферат
5.	Физические модели гетерогенных реакций	11				3	Реферат
6.	Новые методы реализации твердофазных реакций	11				3	
7.	Спекание, его виды	11		1		3	
8.	Рекристаллизация	11				3	
9.	Изучение твердофазных гетерогенных реакций	11		1		4	Контрольная работа; Реферат
	Итого по семестру	11		4		28	Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

Проведение лекционных занятий не предусмотрено учебным планом

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Термодинамика твердофазных реакций	1	Расчет термодинамических характеристик твердофазных превращений	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2.	Кинетика гетерогенных реакций	1	Кинетические закономерности твердофазных реакций. Физические модели и кинетические уравнения гетерогенных реакций.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3.	Спекание, его виды	1	Виды твердофазного спекания и свойства получаемых продуктов: 1. Твердофазное и жидкостное спекание. Кинетика процессов; 2. Спекание методом пластической деформации; 3. Реакционное спекание. Спекание методом испарение-конденсация.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Изучение твердофазных гетерогенных реакций	1	Термические методы при изучении твердофазных реакций. Расчет термодинамических характеристик твердофазных превращений. Расчет энергии активации твердофазных реакций.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	4		

7. Содержание лабораторных занятий

Проведение лабораторных занятий не предусмотрено учебным планом

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Твердофазные реакции в технологии неорганических веществ. Гетерогенные и гетерофазные реакции. Топохимические реакции. Классификации твердофазных реакций.	3	написание реферата, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2.	Расчет термодинамических параметров реакции	3	написание реферата, подготовка к практическому занятию, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3.	Реальные кристаллы, дефекты кристаллов. Диффузия в твердых телах, самодиффузия и гетеродиффузия. Механизм диффузии в твердых телах.	3	написание реферата, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4.	Кинетика гетерогенных реакций. Кинетические кривые, индукционный период.	3	написание реферата, подготовка к контрольной работе, подготовка к практическому занятию,	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			проработка тем отведенных для самостоятельной работы	
5.	Влияние различных факторов на кинетику гетерогенных реакций	3	написание реферата, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
6.	Новые методы реализации твердофазных реакций. Расплавотермический синтез. Высокочастотный и сверхчастотный синтез. Радиационно-термический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких соединений.	3	написание реферата, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
7.	Термодинамика и механизмы твердофазного спекания. Коалесценция. Спекание путем испарения– конденсации, пластической деформации под давлением. Реакционное спекание.	3	написание реферата, подготовка к практическому занятию, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
8.	Рекристаллизация. Первичная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика процесса.	3	написание реферата, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
9.	Использование метода ДТА для изучения кинетики реакций. Анализ и интерпретация кинетических данных. Физико-химические исследования.	4	написание реферата, подготовка к контрольной работе, подготовка к практическому занятию, проработка тем отведенных для самостоятельной работы	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	ВСЕГО	28		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Твердофазные реакции» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
11-й семестр			
Реферат	9	45	72
Контрольная работа	3	15	28
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Твердофазные реакции» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
М. В. Ананьева, В. Г. Кригер, А. В. Каленский, Избранные главы химии твердого тела [Прочее] учебное пособие: Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278898 Режим доступа: по подписке КНИТУ
В. В. Буданов, В. В. Рыбкин, Т. Н. Ломова, Химическая кинетика [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2014	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42196 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Ю. Г. Матейшина, Н. Ф. Уваров, Химия твердого тела [Прочее] учебное пособие: Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575292 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Н. Ф. Косенко, Регулирование реакционной способности твердых фаз [Электронный ресурс] : Иваново : ИГХТУ, 2013	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63666 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А. П. Ильин, Научные основы приготовления катализаторов. Творческое наследие и дальнейшее развитие работ профессора И.П.Кириллова [Электронный ресурс] : Иваново : ИГХТУ, 2008	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4474 Режим доступа: по подписке КНИТУ
Е. А. Новикова, Л. А. Андреев, А. В. Новиков, Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах [Электронный ресурс] Методические указания: Москва : Издательский Дом МИСиС, 2003	http://www.iprbookshop.ru/56747.html Режим доступа: по подписке КНИТУ
А. П. Ильин, Н. Е. Гордина, Химия твердого тела [Электронный ресурс] : Иваново : ИГХТУ, 2006	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4486 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Твердофазные реакции» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znaniium.com»: Режим доступа: <http://znaniium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>
9. Журнал успехи в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: http://acst.muctr.ru
10. Журнал "Неорганические материалы" [Электронный ресурс]: <http://www.maik.ru/ru/journal/neorgmat>.
11. Химия и химическая технология в жизни [Электронный ресурс]: <http://www.chemfive.ru/>
12. Успехи современного естествознания [Электронный ресурс]: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9002>
13. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://www.nanodigest.ru>.
14. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru>.
15. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://www.nano-info.ru>.

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Твердофазные реакции»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Твердофазные реакции»:

Категория ПО Наименование Лицензионный договор, соглашение

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф от 19.11.2008 № AF90-3S1V01-102;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard от 08.11.2016 № 16/2189/Б;

Дополнительное ПО доступное по бесплатной подписке от Microsoft

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для студентов

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для преподавателей

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Научное ПО: Gaussian G09W Full Version от 22.12.2015 №15/2174/Б21.21э12.2015;

Научное ПО: Gaussian G16W Full Version 18/2143/Б от 01.10.2018;

Научное ПО: Gaussian G16I Full Version 18/2253/Б от 26.12.2018;

Научное ПО: GaussView 6.0.16W 18/2252/Б от 26.12.2018;

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Mathematica Standard

Научное ПО: Aspen HYSYS (ANSYS Academic Research Mechanical and CFD; ANSYS LS-DYNA; ANSYS LS-DYNA HPC-8)

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

ПО имеющее лимит по сроку использования (закупленное ВУЗом)

Научное ПО: STATISTICA Academic До августа 2021

Научное ПО: Hyperworks До декабря 2020

ПО для перевода: ABBYY Lingvo x3 Английская версия от 19.11.2008 AL14 -1S1V05-102;

ПО для перевода: ABBYY Lingvo x3 Европейская версия от 19.11.2008 AL14-2S1V05-102;

Программирование: Adobe Dreamweaver CS4;

Дополнительное ПО доступное по бесплатной подписке от Microsoft

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для студентов

Офисные и деловые программы: Microsoft Office 365 Версия для преподавателей

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Материально техническое оснащение:

Учебная мебель, столы, стулья.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. комплект электронных презентаций/слайдов;

2. аудитория, оснащенная презентационной техникой - проектор, экран, компьютер/ноутбук техническими средствами обучения:

презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

рабочие места студентов, оснащены компьютерами с возможностью подключения к сети

«Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины «Твердофазные реакции» используются следующие образовательные технологии:

В качестве образовательных технологий могут быть использованы:

- работа в малых группах;
- метод кейсов.