

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Термодинамика и кинетика твердофазных реакций

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы
Неорганическая химия

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород
2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.05.03 Термодинамика и кинетика твердофазных реакций относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н.1: Знать теоретические основы экспериментальных методов химической термодинамики и кинетики, их цели и задачи, возможности; Уметь составлять алгоритм эксперимента на основе имеющихся знаний о свойствах веществ; Владеть базовыми навыками проведения эксперимента ПК-1-н.2: Знать основные понятия химической термодинамики и кинетики, теоретические приближения, используемые при решении термодинамических и кинетических задач в применении к твердым телам и процессам с их участием; Уметь сравнивать и выделять достоинства и недостатки современных термодинамических и кинетических методов, их погрешности, определять их области применения; Владеть базовыми навыками обработки экспериментальных данных, расчета основных величин, и постановки эксперимента.	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы

<p>ПК-1-нх: Способен использовать современные химические методы для получения и анализа неорганических веществ и материалов</p>	<p>ПК-1-нх.1: Использует известные методики синтеза и анализа неорганических веществ и материалов.</p> <p>ПК-1-нх.2: Разрабатывает на основе известных методов способы получения и методики анализа новых неорганических веществ и материалов.</p>	<p>ПК-1-нх.1:</p> <p>Знать современные химические методы получения и анализа неорганических веществ и материалов;</p> <p>Уметь проводить эксперименты по известным методикам с использованием современных химических методов для получения неорганических веществ и материалов;</p> <p>Владеть базовыми навыками проведения современного химического эксперимента.</p> <p>ПК-1-нх.2:</p> <p>Знать свойства неорганических веществ и материалов, достоинства, недостатки, ограничения существующих методов получения и анализа известных неорганических веществ и материалов;</p> <p>Уметь творчески осмыслить результаты эксперимента, предложить методики получения и анализа новых неорганических веществ и материалов;</p> <p>Владеть навыками проведения современного химического эксперимента и генерации новаторских предложений.</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-1-о: Способен организовывать работу коллектива по решению задач НИР в выбранной области химии, готовить нормативную и отчетную документацию</p>	<p>ПК-1-о.1: Планирует и организует работу коллектива в рамках научных и научно-технических проектов</p> <p>ПК-1-о.2: Осуществляет оперативный контроль за выполнением работ и состоянием рабочих мест</p> <p>ПК-1-о.3: Анализирует результаты деятельности коллектива и вносит предложения по ее совершенствованию</p> <p>ПК-1-о.4: Разрабатывает, внедряет и осуществляет меры контроля за</p>	<p>ПК-1-о.1:</p> <p>Знать основные цели и задачи проекта</p> <p>Уметь распределить работу внутри коллектива исходя из индивидуальных особенностей его членов.</p> <p>ПК-1-о.2:</p> <p>Владеть базовыми навыками выполнения эксперимента.</p> <p>ПК-1-о.3:</p> <p>Уметь выделить научно значимый результат из проведенного НИР</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

	<p>соблюдением подчиненными работниками производственной дисциплины, выполнением трудовых функций, регламентов, эксплуатационных инструкций</p> <p>ПК-1-о.5: Организует обучение подчиненных работников безопасным приемам и методам труда</p>	<p>Владеть: методами критического анализа и генерации новаторских предложений</p> <p>ПК-1-о.4: Владеть навыками трудовой дисциплины</p> <p>ПК-1-о.5: Знать основы техники безопасности при работе с химическими веществами, с электрооборудованием, пожарной и радиационной безопасности.</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1: Знать какие базы данных существуют, как они устроены; Уметь проводить поиск стандартных термодинамических функций в базах данных; Владеть: базовыми навыками поиска</p> <p>ПК-2-н.2: Знать основные цели и задачи проекта; Уметь определять ключевые слова для поиска информации, отличить наиболее значимые публикации из общего массива данных, выделить из них научно-значимый результат; Владеть базовыми навыками поиска</p>	<p>Аудиторная контрольная работа Доклад-презентация</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
<p>ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и/или смежных с</p>	<p>ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p>ПК-3-н.2: Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>ПК-3-н.1: Знать основные цели и задачи проекта Уметь сравнивать цели эксперимента и полученные результаты НИР и литературные данные; Владеть базовыми навыками систематизации результатов эксперимента</p> <p>ПК-3-н.2:</p>	<p>Доклад-презентация Отчет по лабораторным работам</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

химией наук		<p>Знать основные тенденции развития термодинамики и кинетики твердофазных процессов;</p> <p>Уметь выделить научно значимый результат из проведенного НИР, а также практическое приложение полученных данных;</p> <p>Владеть базовыми навыками анализа, а также широким научным кругозором.</p>		
-------------	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	10
Часов по учебному плану	360
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	192
- КСР	2
самостоятельная работа	48
Промежуточная аттестация	54
	экзамен

3.2.Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающе- гося, часы
		Занятия лекци- онного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций	48	10	32	42	6
Тема 2. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики	52	12	32	44	8
Тема 3. Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах	50	10	32	42	8
Тема 4. Оценка направленности твердофазной реакции в конкретных термодинамических условиях	24	2	16	18	6

Тема 5. Метод ЭДС	42	10	26	36	6
Тема 6. Методы гетерогенных равновесий	46	10	28	38	8
Тема 7. Термохимические методы	42	10	26	36	6
Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	360	64	192	258	48

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В. И. Петьков, А. К. Корытцева. Гетерогенные химико-технологические некаталитические процессы в системах газ (жидкость) – твердое тело : учебно-методическое пособие ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 57 с. - Текст : электронный.
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849975&idb=0> 2010

Добавить

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Какова схема проводимого Вами синтеза
2. Объяснить выбор стадий термической обработки исходных и промежуточных компонентов.
3. Какие закономерности кинетики фазообразования можно устанавливать с помощью метода рентгенофазового анализа.
4. Какие закономерности кинетики фазообразования можно устанавливать с помощью метода термического анализа.
5. Построение кинетической кривой и ее анализ. Определение периода индукции.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-нх

1. Какие способы активирования материалов существуют в современных исследованиях?
2. Какие процессы имеют место на поверхности твердых веществ под влиянием механических нагрузок?
3. Как меняется величина реакционной поверхности в процессе измельчения?
4. Спекание керамик методом высокоскоростного электроимпульсного плазменного спекания.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
незачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-1-о

1. Оформление отчета по лабораторной работе в соответствии с принятыми требованиями.
2. Сдача отчета в установленные учебным планом сроки.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Протоколирование результатов лабораторной работы.
3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
4. Расчет заданных величин по экспериментальным данным.
5. Статистическая обработка результатов.
6. Анализ полученных данных. Выводы.

Например, постройте кинетическую кривую по данным лабораторной работы и проведите ее анализ; определите период индукции; рассчитайте скорость химического осаждения фаз из солевого расплава.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы
незачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

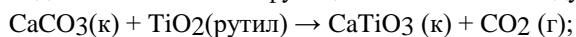
5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

Задача 1. Обоснуйте возможность применения обратимой электрохимической цепи:

Th, ThF₄/CaF₂/ThF₄, ThB₆, B

для изучения реакции: Th + 6B → ThB₆

Задача 2. Рассчитайте функции Гиббса нижеследующих реакций и проанализируйте полученный результат:



Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

Темы докладов (в докладах необходимо отразить примеры организации термодинамического эксперимента для изучения современных неорганических материалов и анализ полученных данных).

1. Метод ЭДС.

2. Методы гетерогенных равновесий. Масс-спектрометрический эффузионный метод Кнудсена.

3. Методы гетерогенных равновесий. Транспирационнаямасс-спектрометрия.
4. Методы гетерогенных равновесий. Статический метод.
5. Методы калориметрии.

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Синтез твердых материалов со структурой перовскита
2. Изучение механизма реакции синтеза твердых растворов на основе сложных оксидов цезия и магния методами термического анализа и рентгенографии.
3. Изучение кинетики формирования порошковых образцов со структурами флюорита и монацита.
4. Синтез вольфраматов редкоземельных и щелочно-земельных элементов из расплавов хлоридов щелочных элементов.
5. Определение лимитирующей стадии процесса обжига сульфидов железа и цинка.
6. Механическое активирование твердых реагентов с использованием мелющего оборудования (метод нисходящего образования наносистем).

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерииоценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
оченьхорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения

Оценка	Критериоценивания
	стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых	При решении стандартных	Имеется минимальн	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрирован

	навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстриро ваны базовые навыки. Имели место грубые ошибки	ый набор навыков для решения стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач без ошибок и недочетов	навыки при решении нестандарт ных задач без ошибок и недочетов	творческий подход к решению нестандартны х задач
--	--	---	--	---	--	---	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворитель но	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворите льно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках)

1. Что такое скорость и удельная скорость реакций?
2. Поверхность раздела. Фронт реакции. Факторы, влияющие на его формирование.
3. Две группы кинетических кривых. Примеры реакций.
4. Эмпирическая скорость реакции.
5. Зародышеобразование и продвижение поверхности.
6. Скорость реакции как функция концентрации критических зародышей.
7. Зародышеобразование в химической реакции. Два типа – с одинаковой вероятностью и с учетом потенциальных зародышей.
8. Факторы, влияющие на зародышеобразование.

9. Скорость продвижения поверхности. Константа скорости. Геометрическое определение. Средняя удельная скорость на поверхности раздела.
10. Период индукции истинный и мнимый, положительный и отрицательный.
11. Классификация экспериментальных методов изучения термодинамики твердофазных реакций.
12. Классификация термохимических методов.
13. Отличие изотермического, изопериболического, адиабатического, сканирующего режимов термохимических измерений.
14. Принципиальная схема калориметра с термоэлектрической компенсацией и принцип работы таких калориметров.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-нх (Способен использовать современные химические методы для получения и анализа неорганических веществ и материалов)

1. Способы оценки активного состояния. Интегральные и дифференциальные
2. Принцип ориентационного и размерного соответствия. Теория пересыщения по Рогинскому. 4 типа пересыщений.
3. Принципиальная схема реализации транспирационного масс-спектрометрического метода.
4. Активное состояние твердого реагента.
5. Способ приготовления и активность твердого тела. Примеры.
6. Способы активирования твердых тел.
7. Получение наноразмерных порошков: диспергационные (нисходящее нанопроизводство) и конденсационные (восходящее нанопроизводство) методы .
8. Диспергационные методы. Механическое дробление, ультразвуковое диспергирование, механохимический синтез, разложение солей и гидроксидов.
9. Конденсационные методы. Растворные методы, конденсация из газовой фазы.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1-о (Способен организовывать работу коллектива по решению задач НИР в выбранной области химии, готовить нормативную и отчетную документацию)

1. Составьте алгоритм изучения кинетики синтеза нового материала. С чего необходимо начать? Какие аналитические методы планируете использовать и почему?
2. Составьте алгоритм определения термодинамических функций нового материала.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках)

1. Способы оценки возможности твердофазного взаимодействия с точки зрения термодинамики. Покажите алгоритм расчета в общем виде.

2. Физико-химические основы метода ЭДС с твердым электролитом. Расчет термодинамических функций.
3. Тензиметрические методы. Расчет термодинамических функций.
4. Теоретические основы масс-спектрометрического эффузионного метода Кнудсена. Расчет термодинамических функций.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н (Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и/или смежных с химией науках)

1. Аналитические методы и способы их применения в кинетических исследованиях
2. Роль площади поверхности и размера частиц в гетерогенных реакциях с участием твердых веществ
3. Факторы, определяющие скорость на поверхности раздела.
4. Развитие реакционной поверхности. Зародышеобразование и продвижение поверхности. Роль фактора формы. Скорость роста зародыша в зависимости от времени.
5. Критерии выбора типа калориметра для конкретных исследовательских задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Третьяков Юрий Дмитриевич. Введение в химию твердофазных материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химия, физика и механика материалов" / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. - 400 с. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / редкол.: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-211-06045-8 : 265.80., 16 экз.
2. Хеммингер В. Калориметрия : теория и практика / пер. с англ. О. Б. Саламатиной. - М. : Химия, 1989. - 175, [1] с. : ил. - ISBN 5-7245-0359-X : 2.50., 2 экз.
3. Карапетьянц Михаил Христофорович. Химическая термодинамика : [учеб. пособие для хим. специальностей вузов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1975. - 583 с., 1 л. граф. : ил. - 1.61., 16 экз.
4. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана : пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 528 с. - ISBN 978-5-91559-048-8 : 1732.00., 5 экз.

Дополнительная литература:

1. Розовский Александр Яковлевич. Гетерогенные химические реакции : Кинетика и макрокинетика / АН СССР, Ин-т нефтехим. синтеза им. А. В. Топчиева. - М. : Наука, 1980. - 323 с. : граф. - 3.60., 2 экз.
2. Барре П. Кинетика гетерогенных процессов / пер. с фр. Н. З. Ляхова ; под ред. В. В. Болдырева. - М. : Мир, 1976. - 399 с. : граф. - 2.61., 2 экз.

3. Кальве Эдуард. Микрокалориметрия. : применение в физ. химии и биологии / пер. с фр. Ю. Д. Третьякова [и др. послесл. К. Мищенко] ; под ред. Л. А. Николаева, К. П. Мищенко. - М. : Изд-во иностр. лит., 1963. - 477 с. : ил. - 2.64., 2 экз.
4. Урусов Вадим Сергеевич. Энергетическая кристаллохимия / АН СССР, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского. - М. : Наука, 1975. - 335 с. : граф. - 2.38., 1 экз.
5. Семенов Герман Александрович. Масс-спектрометрическое исследование испарения оксидных систем / отв. ред. А. В. Суворов ; АН СССР, Ин-т химии силикатов им. И. В. Гребенщикова. - Л. : Наука, 1990. - 299, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-024526-7 : 3.70., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения. Материально-техническое обеспечение лекционных занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска, бумага формата А0, фломастеры. Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальные кабинеты с необходимым лабораторным оборудованием. Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория получения неорганических веществ и материалов, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; химическая посуда общего и специального назначения; магнитные мешалки; сушильные шкафы; муфельные печи; дистиллятор; технические и аналитические весы; набор химических реактивов; мельница планетарная; рентгеновский дифрактометр. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Корытцева Анастасия Константиновна, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Сулейманов Евгений Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.