

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

Тонкий неорганический синтез
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

Химическая технология неорганических веществ

Квалификация выпускника
магистр

1. Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины «Тонкий неорганический синтез» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства энергонасыщенных материалов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов; нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский*.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология").

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты
			ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
			ИД3 _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты	Знает: приемы поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Умеет: Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; применять нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Владеет: навыками поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и	Знает: методы лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый,

материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Умеет: проводить лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Владеет: навыками лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ИДЗ _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами	Знает: информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Умеет: использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Владеет: навыками использования информационных и телекоммуникационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины/модули» Блока 1 ООП. Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы исследования веществ».

Дисциплина является предшествующей для освоения практик.

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
<i>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</i>	77,05	66,55

Лекции	19	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	57	57
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	57	57
Консультации текущие	0,95	0,95
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	102,95	102,95
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	53,95	53,95
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	30	30
Подготовка реферата	10	10

5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	Сущность фотохимических реакций или фотолиза. Закон фотохимии Гротгуса-Дрепера. Закон фотохимии Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход фотохимических процессов. Уравнение скорости фотохимической реакции. Основные направления практического применения фотохимических реакций. Сущность радиолиза. Достоинства радиационно-химической технологии. Направления радиационно-химической технологии. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Наиболее популярные реагенты и смеси в СВС. СВС-процессы и в системах: порошок-жидкость, газ-взвесь, пленка-пленка, газ-газ. Условия подбора компонентов СВС-системы. Основные способы инициирования реакции СВС на поверхности системы. Режимы распространения фронта горения. Перспективные направления СВС. СВС синтез высокотемпературных сверхпроводников на примере получения иттрий-бариевой керамики. Преимущества и недостатки СВС. Схема СВС-реактора. Схема СВС-технологии получения порошков. Перспективные задачи СВС.
2	Плазменный синтез.	Механизмы генерации химически активных частиц. Равновесная плазма. Термодинамика плазмы. Сравнение классической и плазмохимической кинетики для гомогенных и гетерогенных реакций. Неравновесная (низкотемпературная) плазма; принципы получения. Плазмообразующие газовые среды и их выбор на основе термодинамических представлений. Плазма окислительная, восстановительная, нейтральная. Плазмохимический синтез NO, дициана, нитридов фосфора (термодинамические и кинетические аспекты). Синтез

		стабильных и метастабильных форм простых и сложных оксидов (ZrO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ферриты, цирконаты, титанаты). Синтез нитридов, карбидов, карбонитридов, оксинитридов, боридов. Синтез метастабильного алмазоподобного углерода. Гетерогенные процессы в неравновесной плазме низкого давления. Закономерности плазменного окисления металлов и полупроводников. Плазма в микроэлектронике.
3	Синтез при высоком давлении.	Газы, жидкости и твердые тела под давлением. Последовательность фазовых переходов при повышении давления. Сверхкритическое состояние вещества. Удельные объемы и сжимаемость. Металлизация. Давление и равновесие в системах с участием газовой фазы. Современное состояние проблемы синтеза NH_3 . Синтез под высоким давлением летучего компонента (сложные оксиды и фториды, содержащие элементы в высоких степенях окисления). Синтез из флюидов в сверхкритическом состоянии. Гидротермальный синтез, его закономерности.
4	Механохимический синтез.	Упругие свойства твердых тел, энергетика и кинетика диспергирования твердых веществ. Дефектообразование и активация при механическом воздействии. Физико-химические явления, сопровождающие диспергирование (локальный разогрев, возникновение высоких давлений, ускорение массопереноса, возникновение контактной разности потенциалов, экзо- и механоэмиссия электронов). Термодинамическая характеристика активированных твердых тел. Сравнительная кинетика тепловых и механохимических реакций. Воззрения на механизм инициирования механохимических реакций (тепловые теории, теории, выделяющие роль дислокаций и пластического течения, механизмы активного поверхностного состояния и электронных возбуждений). Механохимические реакции тв. + тв., тв. + газ, тв. + жидк. Окислительно-восстановительные механохимические реакции (восстановление оксидов, окисление сульфидов, восстановление нитратов). Реакции соединения (синтез сульфидов, фосфидов, карбидов, галогенидов, интерметаллидов, карбониллов). Механохимические обменные реакции (реакции в солевых системах эвтектического типа; синтез сложных гидридов, безводных ацетил-ацетонатов). Наиболее целесообразные направления применения механохимического воздействия в неорганическом синтезе.

5	Криохимический неорганический синтез.	Неаррениусовская кинетика при низких температурах. Туннельные эффекты и квантовая диффузия. Синтетические возможности метода матричной изоляции. Синтез гигантских кластеров металлов. Низкотемпературная соконденсация (на примере синтеза бис-аренов переходных металлов). Основные схемы криохимического синтеза многокомпонентных оксидных соединений. Задачи, решаемые с применением криохимической технологии: синтез оксидных продуктов с высокой гомогенностью, высокой дисперсностью, высокой реакционной способностью, синтез метастабильных модификаций. Механизмы процессов быстрого замораживания водных растворов. Стеклообразное состояние, метастабильные переохлажденные жидкости, кристаллизация при низких температурах. Физико-химические аспекты сублимации в системах "лед-соль". Роль сублимационного обезвоживания в формировании свойств солевых порошков и продуктов их термической обработки. Криоэкстрагирование и криоосаждение - альтернатива сублимации льда. Механизмы этих процессов и целесообразные области их применения. Синтез ферритов, твердых электролитов, ВТСП-материалов, сегнето- и пьезоэлектриков, адсорбентов, контактных композиционных материалов.
---	---------------------------------------	--

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	4	12	20
2	Плазменный синтез.	4	12	20
3	Синтез при высоком давлении.	4	12	20
4	Механохимический синтез.	4	12	20
5	Криохимический неорганический синтез.	3	9	22,95

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	Физические воздействия при неорганическом синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	4
2	Плазменный синтез.	Плазменный синтез.	4
3	Синтез при высоком давлении.	Синтез при высоком давлении. Синтез в ударных волнах	4
4	Механохимический синтез.	Механохимический синтез. Синтез при ультразвуковом воздействии.	4
5	Криохимический неорганический синтез.	Криохимический неорганический синтез. Механизмы процессов быстрого замораживания	3

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
	<i>не предусмотрены</i>		

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	Получение и исследование свойств дихромата аммония. Получение и исследование свойств оксида меди (I).	12
2	Плазменный синтез.	Получение и исследование свойств тиосульфата натрия. Получение и исследование свойств нитрида трийода.	12
3	Синтез при высоком давлении.	Получение и исследование свойств меди. Выделение поташа из золы.	12
4	Механохимический синтез.	Получение и исследование свойств сульфата меди (II). Получение и исследование свойств комплексных соединений меди (II).	12
5	Криохимический неорганический синтез.	Получение хлорида гексаамминникеля (II).	9

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
2	Плазменный синтез.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
3	Синтез при высоком давлении.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
4	Механохимический синтез.	Реферат, проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
5	Криохимический неорганический синтез.	Реферат, проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	22,95

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Кострюков, В. Ф. Термодинамика процессов синтеза функциональных материалов. Механохимия: учебное пособие / В. Ф. Кострюков, И. Я. Миттова. - Воронеж: ВГУ, 2018. - 52 с. - Текст: электронный //Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/171181>

2. Тонкие химические технологии, научно-технический журнал МИТХТ им. М.В. Ломоносова https://e.lanbook.com/journal/2361#journal_name

6.2 Дополнительная литература:

1. Химия [Текст]: большой энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц. - 2-е (репринтное) изд. - М. : БРЭ, 2000 г. - 792 с.

2. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий [Текст] / научно-теоретический журнал, ВГУИТ. - Воронеж, 2012-2022 г.

3. Журнал физической химии [Текст] / - М. : Наука, 2011-2022 г.

4. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал [Текст] / - Иваново, 2010-2019 г.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Тонкий неорганический синтез», [Текст] /С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина. – Воронеж: ВГУИТ, 2020.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/61980>

2. Учебно-методический комплекс дисциплины, размещенный в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ

<http://education.vsu.ru/course/view.php?id=1899>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы:

- ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения 3KL» <https://education.vsu.ru/>,

- автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>,

- базы данных по химии <https://chemister.ru/Links/database.htm>,

- отечественные базы данных по химии

<http://www.chem.msu.su/rus/library/rusdbs.html>,

- химия. Базы данных

https://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy_dannykh.

- Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/>.

- Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>

- справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия. <https://www.xumuk.ru/nekrasov>

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория № 37, № 020 кафедры неорганической химии и химической технологии, оснащенная мультимедийной техникой: мультимедийный проектор Ben Q MW 519; сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интернет);

2. Аудитории № 029, 027, 022, 016, 025 кафедры неорганической химии и химической технологии с необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ:

- рН-метр РНер-4,
- электролизер,
- гальванометр, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды,
- дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200,
- аналитические весы ВЛР – 200,
- технические весы NKS – 1008,
- наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума,
- печь муфельная ЭКПС 10,
- термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80,
- шкаф сушильный ШС-80-01,
- наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

7. Аппаратура, применяемая для НИРС:- криоскоп Testo 735-2, потенциостатический комплекс IPC – Compact, аналитические весы WA 34 TYP PRLT A-14, термоанализатор STA 409 LUXX фирмы NETZSCH, семисекционная электродиализная ячейка с платиновым анодом и катодом, мульти-сенсорная пьезокварцевая ячейка детектирования.

8. Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», оснащенные специализированной мебелью для занятий, химической посудой; весами техническими – WS-23.; весами аналитическими ВЛР-200,WA-34; иономером U-130; термостатом U-8; термометром Testo; рН-метром РНер-4; Колориметром КФК-2, КФК-2МП; микрокалориметром МИД-200; вольтметрами цифровыми – Щ68003; рН-метрами 121, 340; шкафом сушильным 2В-151; акводистиллятором ДЭ-15; прибором синхронного термического анализа STA.

9. Аудитория № 39 кафедры неорганической химии и химической технологии для самостоятельной работы, оснащенная комплектами мебели для учебного процесса, компьютерами со свободным доступом в Интернет.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
 - методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.
- ОМ представляются в виде отдельного документа и входят в состав рабочей программы дисциплины в виде приложения.
- Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

РП ВГУИТ «Тонкий неорганический синтез»

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	28,45	28,45
Лекции	7	7
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	21	21
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	21	21
Консультации текущие	0,35	0,35
Рецензирование контрольных работ обучающихся (заочной формы обучения)	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	151,55	151,55
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4	4
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	131,55	131,55
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6	6
Выполнение контрольной работы	10	10
Подготовка к зачету (контроль)	3,9	3,9

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине**

Тонкий неорганический синтез

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты
			ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
			ИД3 _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты	Знает: приемы поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Умеет: Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; применять нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Владеет: навыками поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	Знает: методы лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Умеет: проводить лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Владеет: навыками лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ИД3 _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами	Знает: информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами	заданными свойствами
	Умеет: использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Владеет: навыками использования информационных и телекоммуникационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

В ходе формирования компетенций при изучении дисциплины существуют следующие показатели и критерии оценивания:

№ п/п	Показатель	Критерии оценивания	Описание шкалы оценивания
1	Тест	Процентная шкала Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»	0-100 %; 0-60% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 89,99% -хорошо; 90-100% - отлично.
2	Собеседование на лабораторных работах, зачете	Отметка в системе «зачтено – не зачтено»	Зачтено, не зачтено
3	Реферат	Отметка в системе «зачтено – не зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана. Оценка «не зачтено», если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению
4	Кейс-задача	Уровневая шкала	Уровни обученности: - «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции; - «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции; - «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; - «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности; - оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности; - оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс компетенции	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Синтез при высоком давлении Плазменный синтез. Механохимический синтез Криохимический неорганический синтез.	ПК-3	Тест	57- 90	Процентная шкала 0-100 %; 0-60% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 89,99% -хорошо; 90-100% - отлично.
			Собеседование на лабораторных работах	1-20	Отметка в системе «зачтено – не зачтено».
			Собеседование на зачете	91-113	Отметка в системе «зачтено – не зачтено».
			Подготовка и защита реферата	21-51	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана. Оценка «не зачтено», если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению
			Кейс-задача	52-56	Уровневая шкала. Уровни обученности: - «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции; - «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции ; - «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; - «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции; Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности; - оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности; - оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.

3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, тестовые задания в виде решения контрольных работ. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет. Зачет проводится в виде тестового задания. Максимальное количество заданий в билете – 10.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

3.1 Вопросы к собеседованию (текущий контроль, опросы на лабораторных работах)

3.1.1 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

№	Формулировка задания
1.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).
2.	Наиболее популярные реагенты и смеси в СВС.
3.	СВС-процессы и в системах: порошок-жидкость, газ-взвесь, пленка-пленка, газ-газ.
4.	Условия подбора компонентов СВС-системы.
5.	Основные способы инициирования реакции СВС на поверхности системы.
6.	Режимы распространения фронта горения.
7.	Перспективные направления СВС.
8.	СВС синтез высокотемпературных сверхпроводников на примере получения иттрий-бариевой керамики
9.	Преимущества и недостатки СВС.
10.	Схема СВС-реактора.
11.	Схема СВС-технологии получения порошков.
12.	Перспективные задачи СВС.
13.	Сущность фотохимических реакций или фотолиза.
14.	Закон фотохимии Гротгуса-Дрепера.
15.	Закон фотохимии Эйнштейна-Штарка. Квантовый выход фотохимических процессов.
16.	Уравнение скорости фотохимической реакции.
17.	Перечислите основные направления практического применения фотохимических реакций.
18.	Сущность радиолиза.
19.	Перечислите достоинства радиационно-химической технологии.
20.	Направления радиационно-химической технологии.

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- **оценка «не зачтено»**, если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

3.2 Реферат

3.2.1 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

№	Тематика рефератов
21.	Неорганические высокотемпературные синтезы.
22.	Металлотермия и самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
23.	Плазмохимический синтез оксидов и соединений углерода и фосфора.
24.	Плазмохимическое получение стабильных и метастабильных форм простых и сложных оксидов.
25.	Плазмохимическое получение нитридов, карбидов, карбонитридов, оксинитридов, боридов.
26.	Плазмохимическое получение неорганических веществ при высоком давлении.
27.	Современные синтезы алмаза.
28.	Современное состояние и проблемы синтеза аммиака.
29.	Современное состояние и проблемы синтеза фуллеренов.
30.	Современное состояние и проблемы неорганического синтеза под высоким давлением.
31.	Механохимическое получение неорганических соединений.
32.	Криохимическое получение неорганических соединений.
33.	Получение неорганических веществ с применением фото-, радиационного и лазерного воздействий.
34.	Радиолиз неорганических веществ.
35.	Фотокаталитический синтез неорганических соединений.
36.	Лазерный синтез неорганических соединений.
37.	Синтез новых материалов с использованием металлоорганических соединений.
38.	Синтетические возможности метода матричной изоляции.
39.	Синтез гигантских кластеров металлов.
40.	Туннельные эффекты и квантовая диффузия.
41.	Низкотемпературная соконденсация (на примере синтеза бис-аренов переходных металлов).
42.	Основные схемы криохимического синтеза многокомпонентных оксидных соединений.
43.	Механизмы процессов быстрого замораживания водных растворов.
44.	Роль сублимационного обезвоживания в формировании свойств солевых порошков и продуктов их термической обработки.
45.	Механизмы криоэкстрагирования и криоосаждения, целесообразные области их применения.
46.	Синтез контактных композиционных материалов.
47.	Стеклообразное состояние, метастабильные переохлажденные жидкости, кристаллизация при низких температурах.
48.	Синтез сегнето- и пьезоэлектриков.
49.	Синтез ферритов.
50.	Синтез твердых электролитов.
51.	Синтез адсорбентов.

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана;
- **оценка «не зачтено»**, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению

3.3 Кейс-задания (задания к зачету)

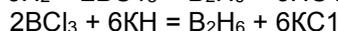
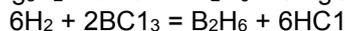
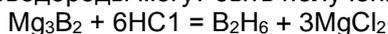
3.3.1 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

Номер задания	Текст задания
52.	Составьте уравнение неорганического синтеза химического производства, осуществляемого в

	<p>водной среде ионно-электронным методом:</p> $\text{CrCl}_3 + \text{NaClO} + \text{NaOH} = \text{CrO}_4^{2-} + \dots$ <p>С помощью значений стандартных электродных потенциалов обоснуйте направление протекания реакции.</p> <p>Решение:</p> $\text{CrCl}_3 + \text{NaClO} + \text{NaOH} = \text{CrO}_4^{2-} + \dots$ $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{Cl}^- + 2\text{OH}^- \quad E = +0,94 \text{ В}$ $\text{Cr}^{3+} + 8\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \quad E = +1,36 \text{ В}$ $3\text{ClO}^- + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cr}^{3+} + 16\text{OH}^- = 3\text{Cl}^- + 6\text{OH}^- + 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$ $3\text{ClO}^- + 2\text{Cr}^{3+} + 10\text{OH}^- = 3\text{Cl}^- + 2\text{CrO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CrCl}_3 + 3\text{NaClO} + 10\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4^{2-} + 3\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O} + 6\text{NaCl}$ <p>Потенциал полуреакции с хлором меньше потенциала полуреакции с хромом, соответственно хромат натрия будет окислителем, а хлорид натрия восстановителем. И реакция пойдет справа налево, в обратном порядке.</p>
53.	<p>Составьте уравнение неорганического синтеза химического производства, осуществляемого в водной среде ионно-электронным методом: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$</p> $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ <p>С помощью значений стандартных электродных потенциалов обоснуйте направление протекания реакции.</p> <p>Решение:</p> <p>окислитель $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 1 - восстановление $E = +1,36 \text{ В}$</p> <p>восстановитель $\text{H}_3\text{PO}_3 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{PO}_4^{3-} + 5\text{H}^+$ 3 - окисление $E = -0,276 \text{ В}$</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 3\text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{PO}_4^{3-} + 15\text{H}^+$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_3\text{PO}_3 = 2\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{PO}_4^{3-} + 1\text{H}^+$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_3\text{PO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>Потенциал полуреакции с фосфором меньше потенциала полуреакции с хромом, соответственно бихромат калия будет окислителем, а фосфористая кислота восстановителем. И реакция пойдет слева направо, в прямом направлении.</p>
54.	<p>При очистке сточных вод химических производств используется химическое осаждение. Сколько граммов AgCl возможно получить химическим осаждением из водной среды при смешивании растворов KCl ($c = 0,5$ моль/дм³) и AgNO_3 ($c = 0,1$ моль/дм³), если объем первого раствора равен 100 см³, а второго 50 см³?</p> <p>Решение:</p> <p>Расчитаем произведение концентраций ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Cl}^-]$. Поскольку при смешении исходных растворов общий объем раствора по отношению к ионам Ag^+ возрастает в $(150 : 50 = 3)$ раза, а по отношению к ионам Cl^- в $(150 : 100 = 1,5)$ раза, то концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Cl}^-]$ уменьшаются в 3 и 1,5 раза соответственно. Таким образом:</p> $[\text{Ag}^+] = 0,1 : 3 = 0,0333 \text{ моль/дм}^3; [\text{Cl}^-] = 0,5 : 1,5 = 0,333 \text{ моль/дм}^3.$ <p>Находим произведение концентраций ионов:</p> $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 0,0333 \cdot 0,333 = 0,0111.$ <p>Обозначим искомую растворимость через x (моль/дм³). Тогда в насыщенном растворе AgCl содержится x моль/дм³ ионов Pb^{2+} и x моль/дм³ ионов Cl^-. Отсюда:</p> $\text{PP}_{\text{AgCl}} = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Cl}^-] = x \cdot x = x^2; x = \sqrt{\text{PP}_{\text{AgCl}}} = \sqrt{0,0111} = 0,105 \text{ моль/дм}^3.$ <p>Найдём массу AgCl в 1 дм³ раствора. $M(\text{AgCl}) = 143,5$ г/моль;</p> $m(\text{AgCl}) = M(\text{AgCl}) \cdot x(\text{AgCl}) = 143,5 \cdot 0,105 = 15,0675 \text{ г/дм}^3.$

	<p>Общий объём раствора равен $100 + 50 = 150 \text{ см}^3 = 0,15 \text{ дм}^3$. Следовательно, масса AgCl будет равна $m(\text{AgCl}) = 15,0675 \cdot 0,15 = 2,26 \text{ г}$.</p> <p>Ответ: масса осадка AgCl равна 2,26 г.</p>
55.	<p>В реакциях неорганического синтеза установите процесс окисления в электронно-ионном виде, обеспечив пояснения в виде примеров химических превращений:</p> <p>а) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$; б) $\text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl}$; в) $\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$; г) $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}_2$.</p> <p style="text-align: center;">Решение:</p> <p>а) $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$. В ходе реакции степень окисления марганца уменьшается с +7 до +4, следовательно, в этом случае не происходит процесс окисления: $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$. В качестве примера приведём следующую реакцию:</p> $\begin{array}{r} 3\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 \\ \text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- \\ \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \\ \hline 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{OH}^- = 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \end{array}$ <p>б) $\text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl}$. В данном случае также не происходит процесс окисления, так как хлор снизил свою степень окисления с +1 до -1. Здесь в ходе процесса атомы хлора лишаются атомов кислорода. Это возможно при участии молекул воды:</p> $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 2\text{Cl}^- + 2\text{OH}^-; \text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HOCl}.$ <p>в) $\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$. Здесь в ходе реакции фосфор повышает свою степень окисления с 0 до +5. Значит это процесс окисления. Примером может служить следующая реакция:</p> $\text{P} + \text{HJO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HJ};$ <p>Здесь степень окисления изменяется у фосфора и йода. Фосфор (степень окисления 0) превращается в ион PO_4^{3-}, в котором степень окисления фосфора равна +5. Для составления уравнения окисления будем исходить из схемы: $\text{P}^0 \rightarrow \text{PO}_4^{3-}$. Источником кислорода, необходимого для протекания этого процесса, служит вода. Для связывания одного атома фосфора в ион PO_4^{3-} необходимо четыре молекулы воды. В ходе процесса отдаётся пять электронов.</p> $\text{P} + 4\text{H}_2\text{O} - 5\text{e}^- = \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$ <p>Для получения уравнения восстановления будем исходить из схемы: $\text{JO}_3^- \rightarrow \text{J}^-$. Здесь в ходе процесса атомы йода лишаются атомов кислорода. Это возможно при участии молекул воды. Три молекулы воды понадобятся для связывания трёх атомов кислорода. В процессе принимают участие шесть электронов. $\text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = \text{J}^- + 6\text{OH}^-$.</p> <p>Для получения суммарного уравнения реакции необходимо сложить уравнения процесса окисления и восстановления, умножив первое из них на 6, а второе на 5.</p> $\begin{array}{r} \text{P}^0 + 4\text{H}_2\text{O} - 5\text{e}^- = \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ \\ \text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = \text{J}^- + 6\text{OH}^- \\ \hline 6\text{P} + 24\text{H}_2\text{O} + 5\text{JO}_3^- + 15\text{H}_2\text{O} = 6\text{PO}_4^{3-} + 48\text{H}^+ + 5\text{J}^- + 30\text{OH}^- \end{array}$ <p>Произведем сложение и сокращение, получим:</p> $6\text{P} + 9\text{H}_2\text{O} + 5\text{JO}_3^- = 6\text{PO}_4^{3-} + 18\text{H}^+ + 5\text{J}^-$ <p>В молекулярной форме: $6\text{P} + 5\text{HJO}_3 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HJ}$.</p> <p>г) $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}_2$. Здесь азот в ходе реакции повышает степень окисления с +3 до +4. Значит это процесс окисления. В качестве примера можно привести следующую реакцию: $2\text{HNO}_2 = \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.</p> <p>$\text{HNO}_2$ – проявляет окислительно-восстановительную двойственность. Под действием восстановителей она восстанавливается (обычно до NO), а в реакциях с окислителями – окисляется до HNO_3.</p> $\begin{array}{r} \text{NO}_2^- - 1\text{e}^- = \text{NO}_2 \\ \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + 1\text{e}^- = \text{NO} + \text{H}_2\text{O} \\ \hline \text{NO}_2^- + \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \end{array}$
56.	<p>Опишите способы получения водородных соединений бора. Какая связь в молекуле диборана? Приведите примеры свойств водородных соединений бора.</p> <p>Решение:</p> <p>Для бора достаточно характерно образование бороводородов (боранов). $\text{BH}_3(\text{г})$ термодинамически нестабилен и легко димеризуется:</p> $2\text{BH}_3(\text{г}) = \text{B}_2\text{H}_6(\text{г}); \Delta G^\circ_{298} = -102 \text{ кДж}.$

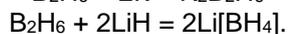
Известны два гомологических ряда боранов с общей формулой B_nH_{n+4} , и B_nH_{n+6} , соединения первого ряда более стабильны. Все бороводороды имеют $\Delta G^\circ_{обр} > 0$, т. е. являются термодинамически неустойчивыми соединениями, но характеризуются сравнительной кинетической устойчивостью. Бороводороды могут быть получены следующими способами:



В реальных условиях получается смесь боранов.

Особенности химической связи в этих соединениях рассмотрим на примере молекулы диборана B_2H_6 , в которой четыре атома H и атомы B находятся в одной плоскости, а два других атома H расположены над и под этой плоскостью. Первые четыре атома H могут быть замещены на другие атомы без нарушения целостности молекулы диборана, тогда как попытка замещения двух других атомов водорода ведёт к разрушению молекулы. Как следует из электронного строения атомов бора и водорода на связи двух атомов бора с двумя атомами водорода по одному электрону у каждого атома бора и атома водорода, что явно не достаточно для образования четырёх двухцентровых связей. Поэтому об этих соединениях говорят как об «электронодефицитных» или «орбитальноизбыточных». Для объяснения химической связи в обсуждаемых соединениях привлекаются представления о трёхцентровой связи – пара электронов связывает не два, а три атома – атом водорода и два атома бора. Именно эта особенность химической связи в бороводородах в значительной степени объясняет их химические свойства.

Для бороводородов характерны электроноакцепторные свойства:



Они неустойчивы, загораются на воздухе: $B_2H_6 + 3O_2 = B_2O_3 + 3H_2O$, проявляют восстановительные свойства: $B_2H_6 + 6H_2O = 2H_3BO_3 + 6H_2$.

Критерии и шкалы оценки:

Кейс-задача оценивается по уровневой шкале

- «**первый уровень обученности**» - студент не составил уравнение реакции;
- «**второй уровень обученности**» - студент составил уравнение реакции, однако допустил ошибки в составлении уравнения;
- «**третий уровень обученности**» - студент составил уравнение реакции, однако допустил ошибки в коэффициентах реакции;
- «**четвертый уровень обученности**» - студент составил уравнение реакции, осуществил необходимые расчеты и пояснения.
- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он освоил **второй, третий и четвёртый уровень обученности;**
- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он освоил **первый уровень обученности;**

3.4 Тесты (тестовые задания к зачету)

3.4.1 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способность к
проведению научных исследований и внедрению результатов научно-
исследовательских разработок в производство

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
57.	Тонкий неорганический синтез это: - малотоннажные производства неорганических веществ: катализаторов, реактивов, редких элементов и неорганических препаратов - производства, направленную на выработку и теоретическую схематизацию объективных знаний о химических веществах - система предприятий и производств, предназначенных для получения научных знаний о веществах - многотоннажные производства кислот, щелочей, солей, аммиака, минеральных удобрений на их основе и других неорганических веществ
58.	Традиционные подходы в тонком неорганическом синтезе: - совместное измельчение компонентов с последующим отжигом и растворный метод, в том числе в инертной атмосфере, и неполярном растворителе - выбор методов подхода по сбору, анализу, обобщению фактов

	<ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза, различающиеся по систематизации полученных знаний о веществах - самораспространяющийся высокотемпературный синтез
59.	<p>Новые методы тонкого неорганического синтеза:</p> <ul style="list-style-type: none"> - синтез соединений с высокой ОВР активностью, соединений, точный состав которых неизвестен, интерметаллических соединений - установление самого факта образования соединения или протекания той или другой реакции - выяснение возможности и условий получения данной реакцией вещества в индивидуальном состоянии непосредственно или с применением существующих средств разделения и рафинирования - синтез соединений с окислительно-восстановительными свойствами
60.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) - это разновидность горения, в котором образуются ценные твердые вещества, путем перемещения волны химической реакции по смеси реагентов с образованием твердых конечных продуктов, проводимый с целью синтеза веществ материалов. (верно/ неверно)
61.	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) – это хим. процесс, протекающий с выделением тепла в автоволновом режиме типа горения и приводящий к образованию твердых продуктов. (верно/ неверно)
62.	Химические стадии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: <ul style="list-style-type: none"> - термический распад сложных реагентов, окислит. - восстановит. р-ции, синтез из простых в-в - диффузия, адсорбция, равновесные реакции - генеалогический синтез, абсорбция, диффузия в газовую фазу - диффузия, абсорбция, равновесные реакции
63.	Смеси для СВС состоят из: <ul style="list-style-type: none"> - горючего, окислителя, наполнителей и функциональных добавок - целевых продуктов, оснований, кислот и функциональных добавок - угольной кислоты и восстановителей - азотной кислоты, наполнителей и функциональных добавок
64.	Типичные реагенты в СВС: <ul style="list-style-type: none"> - тугоплавкие металлы и неметаллы, газы (N₂, O₂, H₂), оксиды и галогениды металлов и металлы-восстановители, гидриды металлов, органические и элементоорганические соединения - минеральное сырье, твердые промышленные отходы, газ - целевые продукты основного неорганического синтеза - угольная кислота, серная кислота, азотная кислота, фтороводородная кислота - сернистая кислота, азотистая кислота, хлороводородная кислота, хлорноватистая кислота
65.	Реагенты в СВС процессах используются в виде: <ul style="list-style-type: none"> - тонкодисперсных порошков - тонких пленок - жидкостей и газов - плазмы - отделения синтезированного соединения от других продуктов реакции и маточника - специальной операции очистки или рафинирования для освобождения от небольшого количества примесей продуктов побочных реакций
66.	Известны СВС-процессы в системах: <ul style="list-style-type: none"> - порошок-жидкость, газ-взвесь, пленка-пленка, газ-газ - твердых растворов на основе целевого и побочного продуктов реакции - азеотропов - продуктов реакции и маточника
67.	На условия, характер и скорость распространения фронта горения, зонную структуру волны горения, механизм химических и структурных превращений в волне СВС, максимальную температуру влияют: <ul style="list-style-type: none"> - химическая природа веществ - состав и структура шихты - параметры среды и внешние воздействия - твердые катализаторы - реакции в присутствии растворителя - смешение растворов исходных реагентов - введение одного или нескольких веществ в раствор других реагентов
68.	Условия подбора компонентов СВС-системы: <ul style="list-style-type: none"> - введение одного или нескольких веществ в раствор других реагентов - путем синтеза из водных растворов

	<ul style="list-style-type: none"> - экзотермичность взаимодействия реагентов - образование полезных твердых продуктов - техническая и экономическая целесообразность
69.	Организация СВС заключается в создании порошковой смеси (шихты) и газовой среды и локальном иницировании процесса (зажигание). (верно/неверно)
70.	Горение в СВС-процессах получило название "твердое пламя". (верно/неверно)
71.	<p>Основной способ иницирования – это локальное иницирование реакции на поверхности системы путем подвода кратковременного теплового импульса:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрическая спираль - электроискровой разряд - лазерный луч - полярным растворителем - неполярным растворителем - малополярным растворителем
72.	Реакции в гетерогенных системах – это распространенный способ получения новых соединений. В этих условиях реакция образования соединения в пределах одной фазы чаще всего совмещается с выделением его в другую фазу. (верно/неверно)
73.	<p>Режимы распространения фронта горения в СВС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - стационарный режим - все точки фронта движутся с постоянной во времени и одинаковой скоростью - плоские автоколебания скорости фронта горения (пульсирующее горение) - локализация реакции горения в очагах, движущихся по винтовой траектории (спинновые волны) - беспорядочное движение множества очагов горения (хаотические твердые пламена) - основной режим - неосновной режим
74.	<p>Причины нераспространения волны горения по шихте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сильные теплотери в окружающую среду - малые диаметры шихтовых образцов - низкие адиабатические температуры взаимодействия реагентов - отношение радиусов ионов гМ/гх для солей типа МХ составляет 0,7, - высокие заряды комплексных катионов, - отсутствие в составе осадка групп, способных к образованию водородных связей с молекулами воды, - отношение радиусов ионов гМ/гх для солей типа МХ составляет 2, для солей типа МХ2 – 2,5.
75.	<p>Процесс распространения волны характеризуют:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пределом погасания и пределом потери устойчивости - скоростью распространения фронта - максимальной температурой и темпом нагрева вещества в волне стационарного горения, - глубиной химического превращения исходных реагентов в конечные продукты (полнота горения) - зависимостью недогорания от размеров частиц металла и от относительной плотности образца - неравновесностью продукта горения, характеризующую незавершенность фазовых и структурных превращений в процессе - темпом остывания продуктов горения - плавлением с разложением - плавлением без разложения
76.	<p>Зоны волны горения в СВС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогрева или предпламенной зоны - реакции и догорания - вторичных физико-химических превращений, определяющих состав и структуру конечных продуктов - кристаллизации соединения в интервале между температурами перитектической реакции и лежащей ниже эвтектики с последующим отделением первично выделявшихся кристаллов от эвтектики (механическая смесь кристаллов) фильтрованием или химическим травлением - спекания спрессованных материалов шихты приемами порошковой металлургии при температурах немного ниже перитектической реакции - вибрации, ультразвука, тока высокой частоты и давления в процессе спекания - кристаллизации соединения в интервале между температурами перитектической реакции

	и лежащей выше эвтектики с последующим отделением первично выделявшихся кристаллов от эвтектики (механическая смесь кристаллов) фильтрованием или химическим травлением
77.	Для СВС синтезов важное значение имеет: <ul style="list-style-type: none"> - химическая природа реагентов - величина теплового эффекта реакции - законы тепловыделения и теплопередачи - агрегатное состояние реагентов и продуктов - кинетика фазовых и структурных превращений - макроскопические характеристики веществ, - спекание спрессованных материалов шихты - приемы порошковой металлургии.
78.	Укажите реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из элементов: $Ti + C = TiC$ $Ni + Al = NiAl$ $3Si + 2N_2 = Si_3 N_4$ $Zr + H_2 = ZrH_2$ $B_2O_3 + 3Mg + N_2 = 2BN + 3MgO$ $B_2O_3 + TiO_2 + 5Mg = TiB_2 + 5MgO$ $MoO_3 + B_2O_3 + 4Al = MoB_2 + 2Al_2O_3$ $3TiO_2 + C + 4Al = TiC + 2Al_2O_3$
79.	Выберите окислительно-восстановительные реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из оксидов: $Ti + C = TiC$ $Ni + Al = NiAl$ $3Si + 2N_2 = Si_3 N_4$ $Zr + H_2 = ZrH_2$ $B_2O_3 + 3Mg + N_2 = 2BN + 3MgO$ $B_2O_3 + TiO_2 + 5Mg = TiB_2 + 5MgO$ $MoO_3 + B_2O_3 + 4Al = MoB_2 + 2Al_2O_3$ $3TiO_2 + C + 4Al = TiC + 2Al_2O_3$
80.	Укажите три реакции окисления металлов в сложных оксидных средах при СВС: $B_2O_3 + 3Mg + N_2 = 2BN + 3MgO$ $B_2O_3 + TiO_2 + 5Mg = TiB_2 + 5MgO$ $MoO_3 + B_2O_3 + 4Al = MoB_2 + 2Al_2O_3$ $3TiO_2 + C + 4Al = TiC + 2Al_2O_3$ $2TiCl_4 + 8Na + N_2 = 2TiN + 8NaCl$ $3Cu + 2BaO_2 + 1/2Y_2O_3 + 0.5(1.5-x)O_2 = YBa_2Cu_3O_{7-x}$ $Nb + Li_2O_2 + 1/2Ni_2O_5 = 2LiNbO_3$ $8Fe + SrO + 2Fe_2O_3 + 6O_2 = SrFe_{12}O_{19}$
81.	Укажите реакцию самораспространяющегося высокотемпературного синтеза из соединений: $Ti + C = TiC$ $Ni + Al = NiAl$ $3Si + 2N_2 = Si_3 N_4$ $PbO + WO_3 = PbWO_4$
82.	Укажите две реакции взаимодействия разлагающихся соединений с элементами при СВС: $2TiH_2 + N_2 = 2TiN + 2H_2$ $4Al + NaN_3 + NH_4Cl = 4AlN + NaCl + 2H_2$ $Ti + C = TiC$ $Ni + Al = NiAl$ $3Si + 2N_2 = Si_3 N_4$
83.	Выберите реакцию термического разложения сложных соединений при СВС: $2BH_3 \cdot N_2H_4 = 2BN + N_2 + 7H_2$ $B_2O_3 + 3Mg + N_2 = 2BN + 3MgO$ $B_2O_3 + TiO_2 + 5Mg = TiB_2 + 5MgO$ $MoO_3 + B_2O_3 + 4Al = MoB_2 + 2Al_2O_3$ $3TiO_2 + C + 4Al = TiC + 2Al_2O_3$
84.	Перспективные СВС процессы: <ul style="list-style-type: none"> - СВС-процессы в экзотермических системах органического синтеза (как порошковых, так и жидкофазных) - СВС в криогенных системах (типа металлический порошок - жидкий азот), в смесях наноразмерных реагентов, в высокоплотных исходных составах

	<ul style="list-style-type: none"> - СВС в создании тонких многослойных пленок с наноразмерными слоями (например, путем магнетронного напыления) - Газофазный СВС - горение газовых смесей с конденсацией продукта как в виде мелких, наноразмерных частиц (гомогенная конденсация), так и в виде пленок (гетерогенная конденсация на введенных в смесь поверхностях) - Детонационные СВС-процессы - СВС-процессы синтеза из простых веществ - СВС-процессы в ОВР - СВС-процессы термического разложения сложных соединений
85.	<p>Методом СВС получены высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) на основе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - иттрия, других редкоземельных металлов, висмута и таллия - лития, натрия, калия - рубидия и цезия - кальция, стронция, бария
86.	<p>Тетрагональная фаза Y_{123} образуется в ходе получения иттрий-бариевой керамики после прохождения фронта горения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 2—3 с - через 40—50 с - через 200—300 с - через 140—150 с
87.	<p>Орторомбическая фаза (сверхпроводящая) Y_{123} образуется в ходе получения иттрий-бариевой керамики после прохождения фронта горения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 2—3 с - через 40—50 с - через 200—300 с - через 140—150 с
88.	<p>Основное тепловыделение, обеспечивающее распространение волны синтеза и образование фазы (структуры) конечного целевого продукта высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП), происходит в пространственно разделенных зонах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - одновременно - неодновременно - постоянно - непостоянно
89.	<p>Достоинства СВС-технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокая производительность - отсутствие затрат электроэнергии и сложного высокотемпературного оборудования; - удовлетворительное качество порошков - низкая себестоимость продукции - синтез сапфира из фторида алюминия и воды - для получения металлических покрытий путем разложения летучего карбонила никеля и гексахлорида вольфрама - получение нитратов, путем синтеза оксидов - получение серной кислоты из пирита
90.	<p>Газофазный СВС - это горение газовых смесей с конденсацией продукта как в виде мелких, наноразмерных частиц (гомогенная конденсация), так и в виде пленок (гетерогенная конденсация на введенных в смесь поверхностях). (верно/неверно)</p>

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он набрал более 61-100 %;
- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он набрал менее 0-60 %

3.4 Зачет

3.1.1 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство

№	Текст вопроса
91.	Классификация радиационно-химических процессов по величине G.
92.	Уравнения реакций образования вторичных радикалов при радиолизе воды.
93.	Какие свойства изменяются у металлов при воздействии на них ионизирующего излучения?

94.	Плазма, характеристика ее основных видов: изотермической и газоразрядной.
95.	Механизмы генерации химически активных частиц.
96.	Равновесная плазма.
97.	Идеальная и неидеальная плазма.
98.	Окислительная и восстановительная плазма.
99.	Характеристики плазмы: температура; степень ионизации.
100.	Характеристики плазмы: плотность; квазинейтральность.
101.	Неравновесная (низкотемпературная) плазма; принципы получения.
102.	Плазмообразующие газовые среды.
103.	Достоинства плазмохимической технологии.
104.	Основные типы генераторов плазмы.
105.	Приведите примеры механизмов генерации химически активных частиц.
106.	Энергетика процессов диспергирования в механохимии.
107.	Дефектообразование при механическом воздействии.
108.	Активация при механическом воздействии.
109.	Физико-химические явления, сопровождающие диспергирование.
110.	Неаррениусовская кинетика при низких температурах.
111.	Диапазоны низких температур в криохимическом неорганическом синтезе.
112.	Задачи криохимии.
113.	Направления криохимической технологии.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/не зачтено)	Уровень освоения компетенции
ПКв-4 <i>Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство</i>					
Знать	Знание общих принципов применения физических воздействий при синтезе; плазменного синтеза; синтеза при высоком давлении. Знание основ механохимического, криохимического неорганического синтезов.	Изложение общих принципов применения физических воздействий при синтезе; плазменного синтеза; синтеза при высоком давлении; описание общих принципов применения физических воздействий при синтезе; плазменного синтеза; синтеза при высоком давлении; распознавание метода синтеза по его характеристике. Сбор, описание, систематизация и анализ имеющихся знаний различных методов тонкого неорганического синтеза.	Изложены основные общие принципы применения физических воздействий при синтезе; плазменного синтеза; синтеза при высоком давлении; перечислены все методы синтеза; метод описан точно и полно; установлено соответствие между характеристикой метода и его названием.	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Не изложены основные общие принципы применения физических воздействий при синтезе; плазменного синтеза; синтеза при высоком давлении; перечислены все методы синтеза; метод не описан точно и полно; не установлено соответствие между характеристикой метода и его названием.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
Уметь	Собеседование по лабораторной работе	Расчет, вычисление термодинамических и кинетических параметров плазменного синтеза и синтеза при высоком давлении неорганических веществ. Обоснование возможности технологического производства.	Самостоятельно рассчитаны термодинамические и кинетические параметры плазменного синтеза и синтеза при высоком давлении неорганических веществ. Обоснована возможность технологического производства определенного неорганического соединения.	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Расчет проведен не правильно. Не обоснована возможность технологического производства определенного неорганического соединения.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
Владеть	Кейс-задача	Составление уравнения неорганического синтеза. Определение термодинамическую возможность самопроизвольного протекания реакции.	Составлено уравнение неорганического синтеза. Определена термодинамическая возможность самопроизвольного протекания реакции. Магистрант разобрался в предложенном конкретном синтезе, самостоятельно решил поставленную задачу.	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Не составлено уравнение неорганического синтеза. Не определена термодинамическая возможность самопроизвольного протекания реакции.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)