Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:19:15
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e57655 1a8999b119089 2af53989 204 2d36bfb373a434e77ab

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«26» марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 6 от «26» марта 2025 г.)

Благовещенск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ……..	3
2	УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ……	5
3	СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) ……	7
4	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ …….	9
5	ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……	11
6	ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА……	16
7	ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ…….	39
8	ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……	40
9	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……	40
10	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА…….	41
11	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……	43

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: Познакомить студентов с законами протекания химических реакций в неорганическом синтезе, познакомить студентов со свойствами элементов и их соединений, освоить и отработать навыки студентов в получении, выделении и идентификации неорганических веществ, а также сформировать умение формулировать цели и задачи выполняемой учебно-исследовательской работы.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Неорганический синтез» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений предметного модуля по профилю «Аналитическая химия» Б1.В.ДВ.03 (Б1.В.ДВ.03.02).

Для освоения дисциплины «Неорганический синтез» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные за время обучения на младших курсах университета.

Дисциплина «Неорганический синтез» тесно связана с другими дисциплинами: общей и неорганической химией, физической химией. Преподавание этих дисциплин должно базироваться на знании законов химии и закономерностей протекания химических реакций.

1.3. Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2; ПК-1, ПК-2

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
- ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

- **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.
- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

– **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.
- ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности
- ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

– **ПК-2.** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
- ПК-2.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
- ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

1.4. Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен:

– **Знать:**

- теоретические основы базовых химических дисциплин;
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;
- стандартные операции по предлагаемым методикам;
- основные правила владения базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований;

– **Уметь:**

- решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам;
- выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин;
- проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам;
- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- применять стандартное программное обеспечение при проведении научных исследований;

– **Владеть:**

- навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам;
- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;
- навыками планирования, анализа;
- базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по аналитической химии.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Неорганический синтез» составляет 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	66	66
Лекции	32	32

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа	42	42
Вид итогового контроля:		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
I	**Введение. неорганический синтез и его роль в химии и химической промышленности**				
I	Введение. Предмет и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества.	4	2		2
	Лабораторная работа 1: Введение. Техника безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза. Правила оказания первой медицинской помощи пострадавшему. Расчеты в синтезе.	4		2	2
	Химические связи и типы кристаллов	4	2		2
	Термодинамические параметры синтеза неорганических соединений	2			2
	Лабораторная работа 2: Расчеты термодинамических параметров синтеза неорганических соединений.	4		4	
	Контрольная работа: Расчеты термодинамических параметров синтеза неорганических соединений, синтез неорганических соединений	2			2
II	**Методы синтеза, выделения и очистки неорганических соединений**				
	Основные методы выделения и очистки неорганических соединений	2			2
	Лабораторная работа 3: Основные методы выделения и очистки неорганических соединений. Синтез и очистка гептагидроксоалюмината натрия.	4		4	
	Динамика молекулярных реакций	4	2		2
	Теория активированного комплекса	4	2		2
	Твердые растворы. Твердые фазы переменного состава. Твердофазные химические реакции	6	4		2

	Процессы на твердых поверхностях	6	4		2
	Лабораторная работа 4: Предмет, цели и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества. Процессы на твердых поверхностях Получение Na_2O, Na_2O_2.	4		4	
	Лабораторная работа 5: Динамика молекулярных реакций. Теория активированного комплекса Синтез сульфата цинка	4		4	
	Каталитическая активность на поверхностях	6	4		2
	Лабораторная работа 6: Каталитическая активность на поверхностях. Взаимодействие газа с твердой поверхностью. Получение Fe и Cu из оксидов.	4		4	
	Гидриды металлов. Свойства и получение.	4	2		2
	Лабораторная работа 7: Гидриды металлов. Свойства и получение. Синтез NaH	4		4	
	Галогениды металлов. Свойства и получение	4	2		2
	Химические реакции в газовой фазе. Реакции осаждения из газовой фазы. Общие принципы получения простых веществ	6	4		2
	Кислород, оксиды и пероксиды	6	2		4
III	**Получение неорганических соединений по реакциям ионного обмена**				
	Реакции в растворах электролитов.	6	2		4
	Лабораторная работа 8: Галогениды металлов. Свойства и получение. Синтез ZnI_2.	4		4	
	Лабораторная работа 9: Кислород, оксиды и пероксиды. Синтез оксида хрома(VI)	6		4	2
	Комплексные соединения. Синтез комплексных соединений хрома, никеля, алюминия.	2			2
	ИТОГО:	**108**	**32**	**34**	**42**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Введение. Предмет и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
2.	Химические связи и типы кристаллов	ЛК	Лекция с ошибками	2
3.	Лабораторная работа 4: Предмет, цели и задачи неорганического синтеза. Твердое	ЛБ	Работа в малых группах	4

	состояние вещества. Процессы на твердых поверхностях Получение Na_2O, Na_2O_2.			
4.	Динамика молекулярных реакций	ЛК	Лекция с ошибками	2
5	Твердые растворы. Твердые фазы переменного состава. Твердофазные химические реакции	ЛК	Лекция с ошибками	2
6	Лабораторная работа 7: Гидриды металлов. Свойства и получение. Синтез NaH	ЛБ	Работа в малых группах	4
7	Лабораторная работа 9: Кислород, оксиды и пероксиды. Синтез оксида хрома (VI)	ЛБ	Работа в малых группах	4
8.	Реакции в растворах электролитов.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
	ИТОГО			**22**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

I ВВЕДЕНИЕ. НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ЕГО РОЛЬ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Введение. Предмет и задачи неорганического синтеза. Неорганический синтез и его роль в химии и химической промышленности.

Техника безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза. Правила оказания первой медицинской помощи пострадавшему. Расчеты в синтезе.

Термодинамические параметры синтеза неорганических соединений. Использование термодинамических представлений для определения направленности реакций, выбора оптимальных условий их проведения, расчета констант равновесия с целью определения количеств исходных веществ, необходимых для получения заданного количества конечного продукта.

Твердое состояние вещества.

Химические связи и типы кристаллов. Общие свойства кристаллов. Изоморфизм. Твердые растворы. Твердые фазы переменного состава. Твердофазные химические реакции

II МЕТОДЫ СИНТЕЗА, ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Основные методы синтеза, выделения и очистки неорганических соединений. Типовые распространенные методы получения веществ. Методы термического разложения веществ (карбонатов, нитратов, гидроксидов). Получение солей в водных растворах и их обезвоживание. Получение карбидов, нитридов, сульфидов и их аналогов.

Выделение веществ из раствора (кристаллизация, высаливание). Особенности выделения из раствора веществ, дающих различные кристаллогидраты. Отделение осадков от раствора (фильтрование, центрифугирование, отжимание, осаждение и фильтрование в атмосфере индифферентных газов). Высушивание веществ (на воздухе, в термостатах, в эксикаторах над осушителями, характеристика осушителей). Особенности сушки кристаллогидратов. Очистка веществ (перекристаллизация, сублимация, зонная плавка, транспортные реакции, очистка растворов солей путем нагревания их с соответствующими порошкообразными металлами, оксидами и гидроксидами). Способы выделения веществ в неорганическом синтезе.

Динамика молекулярных реакций.

Теория активированного комплекса

Химия твердого тела. Коллективные эффекты. Дефекты решетки кристалла. Твердые системы, кристаллическое состояние вещества. Энергия кристаллической решетки. Аморфные тела и стекла.

Теория образования зародышей продукта на поверхности твердого тела.

Топохимические реакции. Диффузионные реакции. Окисление металлов. Химия твердого тела и материаловедение. Реакции осаждения из газовой фазы.

Процессы на твердых поверхностях. Каталитическая активность на поверхностях

Химические превращения поверхности твердых тел. Взаимодействие газа с твердой поверхностью. Химия поверхности и гетерогенный катализ.

Закономерности протекания реакций: а) окислительно-восстановительных; б) двойного обмена; в) присоединения; г) твердофазных.

Гидриды металлов. Свойства и получение.

Окислительно-восстановительные реакции в синтезе неорганических соединений.

Взаимодействие газа с твердой поверхностью: синтез NaH, Na_2O, Na_2O_2, получение Fe и Cu из оксидов.

Галогениды металлов. Свойства и получение. Синтез ZnI_2.

Кислород, оксиды и пероксиды

Кислородсодержащие кислоты и их соли.

Синтез в органических растворителях. Синтез в сжиженных газах. Синтез солей диоксигенила. Синтез фторазотных солей. Синтез фторазотных соединений ксенона. Синтез диоксигенильных соединений ксенона.

III ПОЛУЧЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПО РЕАКЦИЯМ ИОННОГО ОБМЕНА

Реакции в растворах электролитов. Реакции двойного обмена. Синтез основного карбоната меди ($(Cu(OH))_2CO_3$). Синтез цинкаммонийсульфата. Синтез никельаммонийсульфата, гексагидроксоалюмината натрия. Комплексные соединения. Синтез комплексных соединений хрома и никеля, алюминия.

Металлы и неметаллы. Восстановление водородом оксидов и хлоридов с целью получения металлов, а также оксидов и хлоридов в низшей степени окисления. Металлотермические методы получения металлов и сплавов. Электролитическое получение веществ (металлов, неметаллов, солей). Хлорирование металлов, неметаллов и оксидов (хлорирующие агенты: хлор, хлороводород, хлор в присутствии угля, тетрахлорид углерода). Бромирование (нагревание металлов и неметаллов в парах брома, в смеси брома с водородом, бромирование металлов в системе вода — бром). Йодирование (нагревание металлов и неметаллов в парах йода, в смеси паров йода и водорода, йодирование металлов в системе вода — йод). Восстановление веществ амальгамами и металлами в водных растворах.

Карбиды и ацетилениды металлов. Сульфиды и полисульфиды щелочных и щелочно-земельных металлов. Гидроксиды металлов. Реакции присоединения: синтез CdI_2, ZnI_2.

Натрий и калий (их очистка), медь, серебро (переработка серебряных остатков), цинк, кадмий, ртуть, бор, олово, свинец, азот, сурьма, висмут, ванадий, сера (очистка), селен, хром, молибден, вольфрам, хлор, бром, йод, марганец, железо, кобальт, никель. Восстановление оксидов и галогенидов водородом, металлотермический и электролитический методы, восстановления в водных растворах ионов металлов металлами и т.д. Получение алюминотермическим путем сплавов железо - хром, железо - марганец и т.д.

Гидриды щелочных и щелочноземельных металлов

Кислород, оксиды и пероксиды. Синтез оксида хрома(VI). Оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, меди, серебра, магния, цинка, кадмия, ртути, бора, алюминия, висмута, ванадия, серы, селена, хрома, молибдена, вольфрама, йода, марганца, железа, кобальта и никеля.

Пероксиды и пероксидные соли: пероксид водорода, пероксиды щелочных и щелочноземельных металлов, меди, серебра, магния, кобальта, пероксобораты натрия и калия, пероксохроматы и пероксодихрома-ты щелочных и щелочноземельных металлов, пероксомолибдаты и пероксовольфраматы щелочных и щелочноземельных металлов.

Кислородсодержащие кислоты и их соли. Борная, кремниевая, оловянная, азотная, фосфорная, сурьмяная, ванадиевая, селеновая, хромовая, молибденовая, вольфрамовая, хлорная, йодистая.

Галогениды (безводные и кристаллогидраты) щелочных и щелочноземельных металлов, меди, серебра, магния, кремния, олова, бора, алюминия, свинца, титана, фосфора, сурьмы, висмута, ванадия, серы, селена, хрома, молибдена, вольфрама, марганца, железа, кобальта, никеля.

Сульфиды и полисульфиды щелочных и щелочноземельных металлов, меди, серебра, магния, цинка, кадмия, ртути, бора, алюминия, олова, свинца, фосфора, сурьмы, висмута, хрома, молибдена, вольфрама, марганца, железа, кобальта, никеля.

Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов, меди, цинка, алюминия, олова, свинца, висмута, хрома, марганца, железа, кобальта и никеля. Нитриды лития, щелочноземельных металлов, бора, алюминия, кремния, титана, фосфора, ванадия, хрома, молибдена, вольфрама, марганца, железа.

Химические реакции в газовой фазе. Реакции осаждения из газовой фазы. Общие принципы получения простых веществ

Реакции присоединения: синтез ZnI_2.Карбиды или ацетилениды лития, меди, серебра, щелочноземельных металлов, алюминия, ванадия, хрома, молибдена, вольфрама, марганца, железа, кобальта, никеля.

Реакции в растворах электролитов

Комплексные соединения. Синтез комплексных соединений хрома, никеля, алюминия. Гидроксосоли (куприты, алюминаты, станниты, станнаты, плюмбиты, ферриты, ферраты щелочных и щелочноземельных металлов); б) двойные соли: алюмо- и хромовокалиевыеи аммонийные квасцы, калиймагнийхлорид, сульфат аммония и железа (II); в) аммиакаты, гидразинаты и аминаты меди, хрома, цинка, железа, купферонаты меди, железа, никеля, диметилглиоксиминат никеля, α-нитрозо-β-нафтолат кобальта. Карбонилы переходных металлов. Особенности получения комплексных соединений.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб.длястуд.вузов / Павлов Н.Н., 2-е изд.,перераб.и доп. - М.: Дрофа, 2009. - 446 с. (27 экз.)

2.Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер.с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2008 - Т.1. - 539 с. (13 экз.)

3. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер.с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2008 - Т.2. - 528 с. (14 экз.)

4. Ключников, Г.Н. Неорганический синтез. - М.: Химия., 1976. - 142с. (27 экз.)

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью данной дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста химика способного исследовать законы протекания химических реакций в неорганическом синтезе.

В связи с этим в предлагаемой программе особое внимание уделяется таким вопросам, как теоретические основы синтеза неорганических веществ: металлов и неметаллов, оксидов и их гидроксидов, пероксидов, солей, галогенидов, комплексных соединений и др.

Данная дисциплина преследует цель подробно ознакомить студентов со свойствами элементов и их соединений, способствовать сознательному и глубокому усвоению неорганической химии и подготовить студентов к самостоятельной работе.

Основные задачи дисциплины заключаются в отработке навыков в получении, выделении и идентификации неорганических веществ, а также умение формулировать цели и задачи выполняемой работы.

Программа дисциплины построена в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

Особенность данной дисциплины состоит в том, что ее изучают студенты, которые уже овладели основными знаниями по общей, неорганической, физической химии учебного плана данной специальности и способны самостоятельно решать поставленные задачи по планированию и организации лабораторной и самостоятельной работы по неорганическому синтезу.

Отличительной чертой данной дисциплины является направленность студента на самостоятельный поиск пути решения поставленной синтетической задачи.

Дипломированный специалист должен понимать основы неорганического синтеза, знать механизмы химических реакций, планировать эксперименты, уметь рассчитывать направленность химических процессов, задавать условия эксперимента.

Программой предусмотрено чтение лекций в объеме 32 часов, проведение лабораторных - занятий - 34 часов, выполнение 1 контрольной работы.

Описание последовательности изучения дисциплины «Неорганический синтез»:

При изучении дисциплины «Неорганический синтез» необходимо тщательно изучить общие вопросы и основные закономерности неорганических, освоить терминологию, «вернуться» в другие разделы химии (физическая, неорганическая и органическая химия), повторить требуемые для изучения данного предмета законы, принципы и закономерности.

Затем приступаем к изучению отдельных разделов дисциплины, к изучению конкретных типов соединений, обращая особое внимание на способы синтеза и реакционную способность каждого класса соединений. Каждый способ получения определенных соединений имеет свои специфические особенности, и изменение условий проведения реакции ведет к снижению выхода продукта, снижению скорости процесса, снижению качества продукта и т.д.

Прежде, чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, необходимо изучить теоретический материал темы: номенклатуру для каждого класса неорганических соединений, способы их получения и основные реакции.

В процессе освоения дисциплины необходимо регулярно обращаться к списку рекомендованной (основной и дополнительной) литературы.

В «Лабораторном практикуме» приводятся разработки обязательных для выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы выставляются циклами, все студенты выполняют различные работы. Лабораторные работы по неорганическому синтезу отличаются от выполняемого ранее на занятиях по другим дисциплинам эксперимента тем, что в основе их работы лежит получение продукта, осуществляемого в одну или несколько стадий. Поэтому важнейшим условием является тщательная домашняя подготовка к выполняемой работе, соблюдение техники безопасности, внимательность при выполнении работы.

После изучения нескольких тем предлагается выполнить контрольную работу, включающие теоретические задания, расчетные задачи и задания по схемам металлоорганического синтеза. Каждое выполненное задание оценивается по 5-ти бальной шкале.

Тема считается освоенной, если правильных полных ответов не менее 50%.

Рекомендации по подготовке к зачету:

При подготовке к зачету особое внимание следует обратить на следующие моменты:

1. Изучение любого класса неорганических соединений начинается с изучения их номенклатуры. Затем следует изучить особенности протекания химических реакций, лежащие в основе способов получения определенного класса неорганических соединений. Особое внимание следует обратить на изучение основных реакций, характерных для этого класса соединений.

2. Студент должен знать способы перехода соединений из одного класса неорганических соединений в другие. Для этого необходимо разбираться в способах введения в молекулу различных заместителей.

Рекомендации по работе с литературой:

При изучении дисциплины особое внимание следует обратить на рекомендуемые программой учебники и учебные пособия, методические разработки лабораторных занятий, а также на справочную литературу, приводимую в списках литературы.

Зачет по неорганическому синтезу должен показать глубокое понимание теоретических основ неорганического синтеза, умение связывать общие и частные вопросы, умение студента свободно оперировать примерами из различных разделов курса и ориентироваться в вопросах связи теории с практикой.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	**Наименование раздела (темы) дисциплины**	**Формы/виды самостоятельной работы**	**Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом**
	1. Введение. Неорганический синтез и его роль в химии и химической промышленности.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка к зачету	8
	2. Методы синтеза, выделения и очистки неорганических соединений	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка к контрольной работе Подготовка к зачету	24
	3. Получение неорганических соединений по реакциям ионного обмена	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка к зачету	10
	ИТОГО		**42**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных занятий

№ п/п	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
I	Введение. Предмет и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества.	Введение. Техника безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза. Правила	2

		оказания первой медицинской помощи пострадавшему. Расчеты в синтезе.	
		Расчеты термодинамических параметров синтеза неорганических соединений.	4
II	Методы синтеза, выделения и очистки неорганических соединений	Основные методы выделения и очистки неорганических соединений. Синтез и очистка гептагидроксоалюмината натрия.	4
		Предмет, цели и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества. Процессы на твердых поверхностях Получение Na_2O, Na_2O_2.	4
		Динамика молекулярных реакций. Теория активированного комплекса Синтез сульфата цинка	4
		Каталитическая активность на поверхностях. Взаимодействие газа с твердой поверхностью. Получение Fe и Cu из оксидов.	4
		Гидриды металлов. Свойства и получение. Синтез NaH	4
III	Получение неорганических соединений по реакциям ионного обмена	Галогениды металлов. Свойства и получение. Синтез ZnI_2.	4
		Кислород, оксиды и пероксиды. Синтез оксида хрома (VI)	4
	ИТОГО		**34**

Лабораторный практикум

№	Темы	Литература	Вид занятий
1	Лабораторная работа 1: Введение. Техника безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза. Правила оказания первой медицинской помощи пострадавшему. Расчеты в синтезе.	4) с. 3-6.	Лабораторная работа
2	Лабораторная работа 2: Расчеты термодинамических параметров синтеза неорганических соединений.	5) – 70 с.	Лабораторная работа
3	Лабораторная работа 3: Основные методы выделения и очистки неорганических соединений. Синтез и очистка гептагидроксоалюмината натрия.	4) с. 6-29	Лабораторная работа
4	Лабораторная работа 4: Предмет, цели и задачи неорганического синтеза. Твердое состояние вещества. Процессы на твердых поверхностях Получение	6) – 301 с. 4) с. 42-44	Лабораторная работа

	Na_2O, Na_2O_2.		
5	Лабораторная работа 5: Динамика молекулярных реакций. Теория активированного комплекса Синтез сульфата цинка	6) – 301 с. 4) с. 142-146	Лабораторная работа
6	Лабораторная работа 6: Каталитическая активность на поверхностях. Взаимодействие газа с твердой поверхностью. Получение Fe и Cu из оксидов.	6) – 301 с. 4) с. 46-52	Лабораторная работа
7	Лабораторная работа 7: Гидриды металлов. Свойства и получение. Синтез NaH	6) – 301 с. 4) с. 44-46	Лабораторная работа
8	Лабораторная работа 8: Галогениды металлов. Свойства и получение. Синтез ZnI_2.	1) с. 255-293 4) с. 205-215	Лабораторная работа
9	Лабораторная работа 9: Кислород, оксиды и пероксиды. Синтез оксида хрома(VI)	1) с. 255-293 4) с. 142-146	Лабораторная работа

Список основной литературы

1. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб. для студ. вузов / Павлов Н.Н., 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2009. - 446 с. (27 экз.)

2.Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер. с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2008 - Т.1. - 539 с. (13 экз.)

3. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер.с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2008 - Т.2. - 528 с. (14 экз.)

4. Ключников, Г.Н. Неорганический синтез. - М.: Химия., 1976. - 142с. (27 экз.)

5. Жидков В.В. Органический и неорганический синтез: Методические рекомендации для студентов V курса.- Благовещенск: Изд-во БГПУ, 1998. - 70 с. (18 экз.)

6. Кнотько, А. В. Химия твердого тела: учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. "Химия" / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301с. (19 экз.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. (2 часа)
ВВЕДЕНИЕ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ НЕОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. ПРАВИЛА ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШЕМУ. РАСЧЕТЫ В СИНТЕЗЕ

Контрольные вопросы

1. Техника безопасности при работе в лаборатории неорганического синтеза.
2. Правила оказания первой медицинской помощи пострадавшему.
3. Расчеты в синтезе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. (4 часа)
РАСЧЕТЫ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИНТЕЗА НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Контрольные вопросы

1. Термодинамические представления для определения направленности реакций.
2. Использование термодинамических представлений для определения направленности реакций, выбора оптимальных условий их проведения.

3. Расчет констант равновесия с целью определения количеств исходных веществ, необходимых для получения заданного количества конечного продукта.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. (4 часа)
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. СИНТЕЗ И ОЧИСТКА ГЕПТАГИДРОКСОАЛЮМИНАТА НАТРИЯ

Контрольные вопросы

1. Выделение веществ из раствора (кристаллизация, высаливание).
2. Особенности выделения из раствора веществ, дающих различные кристаллогидраты.
3. Отделение осадков от раствора (фильтрование, центрифугирование, отжимание, осаждение и фильтрование в атмосфере индифферентных газов).
4. Высушивание веществ (на воздухе, в термостатах, в эксикаторах над осушителями, характеристика осушителей).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. (4 часа)
ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НЕОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА. ТВЕРДОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. ПРОЦЕССЫ НА ТВЕРДЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ПОЛУЧЕНИЕ NA_2O, NA_2O_2

Контрольные вопросы

1. Предмет, цели и задачи неорганического синтеза.
2. Твердое состояние вещества.
3. Процессы на твердых поверхностях
4. Твердые системы, кристаллическое состояние вещества. Химические связи и типы кристаллов.
5. Общие свойства кристаллов. Изоморфизм.
6. Твердые растворы. Энергия кристаллической решетки.
7. Аморфные тела и стекла.
8. Теория образования зародышей продукта на поверхности твердого тела.

Синтез пероксида натрия

0,2—0,3 г натрия, очищенного от оксидной пленки, помещают в железной лодочке в трубку из тугоплавкого стекла, закрывают ее пробками с отверстиями. Трубку нагревают сначала до 100—150°С. При этом образуется оксид натрия с переменным количеством пероксида. Затем пробки вынимают и трубку нагревают до 250°С в течение 10—15 мин при свободном доступе воздуха. Продукт охлаждают и лодочку вынимают.

Пероксид натрия имеет желтоватый цвет, на воздухе постепенно разлагается. Хранить его нужно в плотно закрытой склянке или в запаянной ампуле.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. (4 часа)
ДИНАМИКА МОЛЕКУЛЯРНЫХ РЕАКЦИЙ. ТЕОРИЯ АКТИВИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА СИНТЕЗ СУЛЬФАТА ЦИНКА

Контрольные вопросы

3. Молекулярные столкновения
3.1. Теория столкновений.
3.2. Реакции в растворе. Диффузионный контроль.
4. Координата реакции и переходное состояние.
5. Образование и распад активированного комплекса.
6. Как использовать уравнение Эйринга.
7. Термодинамические аспекты.
8. Реакции в растворе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. (4 часа)
КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТЯХ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГАЗА С ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ. ПОЛУЧЕНИЕ Fe И Cu ИЗ ОКСИДОВ

Контрольные вопросы

1. Твердые растворы.
2. Твердые фазы переменного состава.
3. Твердофазные химические реакции.
4. Рост и структура поверхностей
4.1. Как растут кристаллы.
5. Адсорбция на поверхностях
5.1. Физисорбция и хемосорбция.
5.2. Хемосорбированные частицы.
5.3. Степень адсорбции; изотермы адсорбции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. (4 часа)
ГИДРИДЫ МЕТАЛЛОВ. СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ. СИНТЕЗ NaH

Контрольные вопросы

1. Гидриды металлов
1.1. Молекулярные гидриды.
1.2. Солеобразные гидриды.
2. Гидриды, переходных металлов.
2.1. Гидриды 4f- и 5f-элементов.
2.2. Гидриды 3d-, 4d- и 5d-металлов.
3. Тройные гидриды.
4. Гидридные комплексы переходных металлов.

Синтез гидрида натрия

Металлический натрий очищают от оксидов, быстро помещают в стальной лодочке в первое колено трехколенной трубки из тугоплавкого стекла и вытесняют из прибора воздух водородом. Затем трубку в том месте, где помещена лодочка, нагревают до 450—500°С в медленном токе водорода:

$$2Na+H_2=2NaH.$$

Водород предварительно хорошо очищают. Образующийся гидрид постепенно конденсируется в виде белого налета на более холодной части трубки. Когда соберется необходимое количество гидрида, трубку охлаждают в токе водорода и серединную часть трубки запаивают по перетяжкам. Описанный способ очень трудоемкий. Гидрида получается мало вследствие небольшой скорости реакции и низкой упругости его пара. Почти весь натрий остается в лодочке. Этот натрий тоже поглощает водород, но количество водорода в нем значительно меньше теоретически рассчитанного.

Гидрид натрия NaH - белый порошок, иногда с сероватым оттенком. На воздухе нестоек. Хранить его следует только в запаянной ампуле.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. (4 часа)
ГАЛОГЕНИДЫ МЕТАЛЛОВ. СВОЙСТВА И ПОЛУЧЕНИЕ. СИНТЕЗ ZnI_2

Контрольные вопросы

1. Галогеноводороды и ионы HX_2^-, $H_2X_3^-$ и др.
1.1. Гидрид-галогениды металлов.
2. Галогениды металлов
3. Строение кристаллических галогенидов MX_n
3.1. Моногалогениды. Галогениды щелочных металлов.
3.2. Дигалогениды.

3.3. Низшие галогениды элементов IIIA и IVA групп.
4. Комплексные галогениды, оксо- и гидроксогалогениды

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. (4 часа)
КИСЛОРОД, ОКСИДЫ И ПЕРОКСИДЫ. СИНТЕЗ ОКСИДА ХРОМА (VI)
Контрольные вопросы

5.1. Молекула кислорода и катион диоксигенила
5.2. Озон и озониды.
6. Простые оксиды металлов
6.1. Низшие оксиды рубидия и цезия.
7. Оксиды железа, алюминия, марганца и свинца
8. Гидроксосоли (основные соли)

Синтез иодида цинка

Иодид цинка получают при смешивании 1 мас. ч. цинковой пыли или мелких стружек цинка с 3 мас. ч. йода, 10 мас. ч. воды и 10 мас. ч. этанола. Йод предварительно растирают в ступке. Раствор нагревают. После исчезновения окраски раствор отфильтровывают и выпаривают досуха. При этом получается продукт, загрязненный основными солями цинка. Для очистки его помещают в трехколенную пробирку с газоотводной трубкой и, присоединив пробирку к вакуум-насосу, нагревают до 400ºС. При этом бесцветный кристаллический иодид цинка обезвоживается, возгоняется и оседает на холодных стенках пробирки. Ввиду сильной гигроскопичности продукт запаивают в этой же пробирке.

Для получения кристаллогидрата сырой продукт растворяют при комнатной температуре в минимальном количестве воды, фильтруют и фильтрат охлаждают до минус 5-10 °С. При температуре ниже 0 °С выкристаллизовывается ZnI_2-$2H_2O$.

Иодид цинка – бесцветное (или белое), сильногигроскопичное вещество. Хранить его нужно в запаянной ампуле.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-1	Отчет по лабораторной работе, устный ответ на лабораторном занятии	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;

			б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-2	Отчет по лабораторной работе, устный ответ на лабораторном занятии	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.

		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ОПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-1	Отчет по лабораторной работе, устный ответ на лабораторном занятии	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике

			безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ПК-1	Учебные задачи	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «2»
		Пороговый – удовлетворительно	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ПК-1	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»

		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

Энергетика и направленность химических реакций.

1. Стандартный, тепловой эффект реакции $2CuO$ (к) ↔ Cu_2O (к) + $^1/_2O_2$ (г) при 298 К равен 163,2 кДж/моль. Рассчитайте стандартную теплоту образования Cu_2O (к) при 298 К.

2. Установите возможность (или невозможность) самопроизвольного протекания реакции $2CuO$ (к) ↔ Cu_2O (к) + $^1/_2O_2$ (г) при 298 К (ответ подтвердите расчетом).

3. Установите возможность (или невозможность) самопроизвольного протекания реакции $PtCl_2$ (к) + $C1_2$ (г) → $PtCl_4$ (к) при 298 К (ответ подтвердите расчетом).

4. Какое из двух неравенств $\Delta S^0_{298} > 0$ или $\Delta S^0_{298} < 0$ отвечает изменению энтропии в процессах: 1) плавления льда; 2) кипения воды; 3) синтеза аммиака? Ответ поясните.

5. Возможно ли самопроизвольное течение эндотермической реакции, сопровождающейся убылью энтропии? Ответ поясните.

6. Не производя вычислений, установить знак ΔS^0_{298} следующих процессов:

$$2NH_3\ (г) = N_2\ (г) + 3H_2\ (г)$$
$$2NO\ (г) + O_2\ (г) = 2NO_2\ (г)$$
$$CaO\ (к) + CO_2\ (г) = CaCO_3\ (к)$$
$$2H_2S + O_2\ (г) = 2S\ (к) + 2H_2O\ (ж).$$

7.Пользуясь справочными данными, установить, возможно ли при температурах 298 и 2500 К восстановление диоксида титана до свободного металла по схеме:

$$TiO2\ (к) + 2C\ (графит) = Ti\ (к)\ 2CO\ (г).$$

Зависимостью ΔH^0 и ΔS^0 от температуры пренебречь.

Химическая кинетика. Химическое равновесие

1. Рассчитайте изменение константы скорости реакции, имеющей энергию активации 191 кДж/моль, при увеличении температуры от 330 до 400 К.

2. Рассчитать константу равновесия химической реакции K_P при 1000 К, если стандартная энергия Гиббса при этой температуре равна $\Delta G^0 = -191$ кДж/моль.

7. Вычислите константу равновесия реакции

$$CO(г) + H_2O(г) \rightleftarrows CO_2(г) + H_2(г),$$

если начальные концентрации веществ (моль/л): $C_{(CO)}$ – 0,01; $C_{(H20)}$ = 0,02; $C_{(H2)}$ = 0,01; $C_{(CO2)}$=0,01. Концентрация CO в состоянии равновесия равна 0,007 моль/л.

3. Константа равновесия химической реакции $H_2(г) + I_2(г) = 2HI(г)$ при некоторой температуре равна 4. Рассчитайте равновесную концентрацию HI, если исходные концентрации H_2 и I_2 равны соответственно 0,030 и 0,012 моль/л.

4. Во сколько раз изменится скорость химической реакции при увеличении температуры от 300 до 400 К, если температурный коэффициент γ равен 2? Чему равна энергия активации этой реакции?

5. Вычислите температурный коэффициент реакции γ, если константа скорости этой реакции при 120 °С равна $5{,}88 \cdot 10^{-4}$, а при 170 °С равна $6{,}7 \cdot 10^{-2}$.

Тема: Электролитическая диссоциация

1. Вычислите pH 0,01 М NaOH и 0,01 М NH_4OH.

2. Вычислите pH 0,05 М HCl и 0,05 М CH_3COOH.

3. В 1 л раствора гидроксида калия содержится KOH массой 0,28 г. Вычислите pH этого раствора при 298 К.

4. В 1 л раствора гидроксида натрия содержится NaOH массой 1 г. Вычислите pH этого раствора при 298 К.

5. Определите активности ионов H^+ и OH^- в некотором растворе, если его pH 4,7.

6. Рассчитайте активности ионов H^+ и OH^- в некотором растворе, если его pH 13,23.

7. Рассчитайте pH 0,01 М раствора H_2SO_3 при 298 К (диссоциацией по второй ступени можно пренебречь).

8. Рассчитайте pH 0,1 М раствора H_2CO_3 при 298 К (диссоциацией по второй ступени можно пренебречь).

9. Рассчитайте pH 0,05 М раствора H_2CO_3 при 298 К (диссоциацией по второй ступени можно пренебречь).

10. Рассчитайте pH 0,05 М раствора H_3PO_4 при 298 К (диссоциацией по второй и третьей ступеням можно пренебречь).

11. Каково значение pH воды при температурах 273, 323, 353 и 373 К?

Ионные реакции. Образование осадков.

1. Образуется ли осадок $BaSO_4$, если смешать равные объемы 0,2 н. раствора нитрата бария и 0,1 н. раствора сульфата бария? Ответ подтвердите расчетом.

2. Произведение растворимости иодида свинца при 25 °С равно $8,7 \cdot 10^{-9}$. Вычислить растворимость этой соли в молях на литр.
3. Используя понятие о ПР, объяснить растворимость гидроксида цинка в соляной кислоте.
4. Написать молекулярные и смещения равновесий вправо:

а) $NaOH + H_2S \rightarrow$
б) $Na_2CO_3 + H_2S0_4 \rightarrow$
в) $MnS + HCl \rightarrow$
г) $Al(OH)_3 + HNO_3 \rightarrow$
д) $Ag_2SO_4 + NaCl \rightarrow$

Комплексные соединения

1. Хлорид серебра растворяется в растворах аммиака и тиосульфата натрия. Дайте этому объяснение и напишите молекулярные и ионные уравнения соответствующих реакций.

2. Константы нестойкости комплексных ионов $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ соответственно равны $6,2 \cdot 10^{-36}$, $1,0 \cdot 10^{-37}$. $1,0 \cdot 10^{-44}$. Какой из этих ионов является более прочным? Напишите выражения для констант нестойкости указанных комплексных ионов и формулы соединений, содержащих эти ионы.

3. Какие орбитали в ионе комплексообразователя занимают электронные пары лигандов в соединении $[Cu(NH_3)_2]Cl_2$? Определите тип гибридизации АО центрального иона.

4. Напишите формулу комплексного иона, в котором комплексообразователем является ион Fe^{3+} с координационным числом, равным шести, а лигандами – ионы F^-. Каков заряд этого иона?

5. Напишите электронную формулу иона Zn^{2+}. Исходя из этой формулы, сделайте вывод о том, какие электронные орбитали иона Zn^{2+} участвуют в образовании комплексного иона $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$.

6. Гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ растворяется в избытке щелочи, образуя гидроксосоединение с координационным числом шесть. Какова формула этого соединения?

Каков механизм образования химической связи между ионом Ni^{2+} и ионами CN^- в молекуле $K_2[Ni(CN)_4]$?

7. Определите заряд и координационное число комплексообразователя в комплексных соединениях $K_2[Co(NO_2)_6]$ и $K_2[Co(CN)_4]$. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водном растворе.

8. При взаимодействии каких молекул образуется комплексное соединение $K_2[Zn(OH)_4]$? Напишите уравнение диссоциации этого соединения в водном растворе.

9. Определите заряд комплексного иона и заряд комплексообразователя в соединении $K_3[Al(OH)_6]$. Напишите уравнение диссоциации этого соединения в водном растворе.

10. Определите заряд комплексообразователя и координационное число в комплексном соединении $H[AuCl_4]$. Напишите уравнение диссоциации этою соединения в водном растворе.

11. При взаимодействии каких молекул получилось комплексное соединение $(NH_4)_3[Fe(CN)_6]$? Напишите уравнение диссоциации этого соединения и уравнение константы нестойкости комплексного иона.

12. Укажите для комплексных соединений $H_2[PtCl_6]$, $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, $K[A1(OH)_4]$: а) комплексообразователь; б) координационное число комплексообразователя; в) заряд комплексообразователя; г) лиганды. Почему молекулы аммиака могут быть лигандами в комплексном соединении?

13. Какое комплексное соединение образуется в результате взаимодействии $CuCl_2$ с $4NH_3$? Чему равны заряд комплексного иона и координационное число комплексообразователя? Напишите уравнение константы нестойкости полученного комплексного иона.

14. Напишите формулу комплексного иона, в котором комплексообразователь – ион Cu^{2+} с координационным числом, равным четырем, а лиганды молекулы воды. Напишите уравнения диссоциации этого соединения в водном растворе.

15. Ион $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ парамагнитен. Определить тип гибридизации АО иона Ni^{2+}.

16. Для иона $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ энергия расщепления равна 167,2 кДж/моль. Какова окраска соединений хрома (III) в водных растворах.

Окислительно-восстановительные реакции

1. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$H_2S + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$$

$$K_2Cr_2O_7 + H_2S + H_2S0_4 \rightarrow S + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

2. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$KClO_3 + Na_2SO_3 \rightarrow KCl + Na_2SO_4$$

$$KMnO_4 + HBr \rightarrow Br_2 + KBr + MnBr_2 + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

3. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$P + HClO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + HC1$$

$$H_3AsO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow H_3AsO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

4. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$$

$$FeS + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

5. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$HNO_3 + Zn \rightarrow N_2O + Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

$$FeSO_4 + KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + KCl + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

6. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, протекающих по схемам:

$$K_2Cr_2O_7 + HBr \rightarrow Br_2 + CrBr_3 + KBr + H_2O$$

$$Au + HNO_3 + HCl \rightarrow AuCl_3 + NO + H_2O$$

Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Металлы. Характеристика общих свойств металлов. Положение металлов в периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева.
2. Физические и химические свойства металлов. Нахождение металлов в природе. Применение металлов. Способы получения металлов. Получение металлов осаждением из газовой фазы.
3. Кристаллическое состояние вещества. Особенности строения твердого тела.
4. Природа дефектов в твердых веществах и соединения нестехиометрического состава.
5. Гидриды металлов. Устойчивость гидридов металлов. Строение гидридов металлов с позиций ММО и МВС. Применение гидридов металлов.
6. Кинетика гетерогенных реакций. Особенности синтеза гидрида натрия.
7. Неметаллы. Характеристика общих свойств неметаллов. Положение неметаллов в периодической таблице химических элементов Д.И. Менделеева.

8. Физические и химические свойства неметаллов. Окислительные и восстановительные свойства неметаллов. Строение молекул простых веществ с позиций ММО и МВС.

9. Неметаллы в природе. Способы получения неметаллов.

10. Оксиды. Определение. Классификация оксидов. Строение оксидов с позиций ММО и МВС.

11. Амфотерные оксиды. Особенности синтеза неорганических веществ на основе амфотерных оксидов.

12. Индифферентные оксиды. Каталитическая роль индифферентных оксидов в неорганическом синтезе.

13. Окислительно-восстановительная модификация поверхности катализатора.

14. Пероксиды. Строение с позиций ММО и МВС. Физические и химические свойства пероксидов.

15. Особенности синтеза оксида натрия и пероксида натрия. Условия хранения и применение пероксидов.

16. Соли. Определение солей, классификация. Номенклатура солей. Особенности химического строения солей. Характеристика химических связей.

17. Физические и химические свойства солей. Отношение солей к различным растворителям.

18. Способы синтеза солей. Области применения солей.

19. Комплексные соединения. Строение, номенклатура. Классификация комплексных соединений.

20. Строение комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля и метода молекулярных орбиталей.

21. Физические и химические свойства комплексных солей. Получение и хранение комплексных соединений. Применение комплексных соединений.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Неорганический синтез»

6.3.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;

			0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Тест 1. по дисциплине
«НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Что из перечисленного является главной задачей неорганического синтеза?

1) Изучение строения атомов.
2) Целенаправленное получение новых или известных неорганических веществ с заданным составом, структурой и свойствами.
3) Анализ органических соединений.
4) Исследование квантово-механических эффектов.
Ответ: 2

2. Какой тип химической связи характерен для типичных полупроводниковых материалов, таких как кремний или алмаз?

1) Ионная.
2) Металлическая.
3) Ковалентная.
4) Водородная.
Ответ: 3

3. Какой тип гидрида образует кальций?

1) Летучий молекулярный (как HCl).
2) Ионный (солеобразный).
3) Металлоподобный (интерстициальный).
4) Ковалентный полимерный (как $(AlH_3)_n$).
Ответ: 2

4. Почему для синтеза гидрида натрия (NaH) нельзя использовать водные растворы?

1) NaH не растворяется в воде.
2) NaH взрывается на воздухе.
3) NaH бурно реагирует с водой, образуя щелочь и водород.
4) Синтез требует высокого давления.
Ответ: 3

5. Какие из перечисленных факторов являются движущей силой твердофазной реакции? (Выберите два правильных ответа)

1) Увеличение энтальпии системы ($\Delta H > 0$).
2) Уменьшение свободной энергии Гиббса системы ($\Delta G < 0$).
3) Образование газовой фазы.
4) Повышение степени беспорядка (энтропии) системы.
Ответ: 2, 4

6. Какие из указанных процессов происходят на этапе зарождения новой фазы при реакциях в газовой фазе (CVD-процесс)? (Выберите два правильных ответа)

1) Гомогенная нуклеация в объеме газа.
2) Адсорбция реагентов на подложке.
3) Диффузия продукта в объем газа.
4) Гетерогенная нуклеация на поверхности подложки.
Ответ: 1, 4

7. Для каких целей при синтезе комплексных соединений часто используют лиганды-хелаты? (Выберите два правильных ответа)

1) Для увеличения растворимости комплекса в неполярных растворителях.
2) Для повышения кинетической и термодинамической устойчивости комплекса (хелатный эффект).
3) Для упрощения синтеза.
4) Для уменьшения молекулярной массы продукта.
Ответ: 2, 3

8. Установите соответствие между типом кристалла и его характерными свойствами.

1. Ионный : А. Твердость, хрупкость, электропроводность в расплаве.
2. Ковалентный : Б. Высокая твердость, тугоплавкость, низкая электропроводность.
3. Металлический : В. Пластичность, высокая электропроводность и теплопроводность.

9. Установите соответствие между термодинамическим параметром и его ролью в оценке возможности протекания реакции.

1. Изменение энтальпии (ΔH) : А. Мера теплового эффекта реакции.
2. Изменение энтропии (ΔS) : Б. Мера изменения неупорядоченности системы.
3. Изменение энергии Гиббса (ΔG) : В. Критерий принципиальной возможности самопроизвольного протекания процесса при постоянных температуре и давлении.

10. Установите соответствие между методом синтеза и получаемым веществом.

1. Реакция металла с водородом : А. Гидрид лития (LiH).
2. Реакция металла с галогеном : Б. Хлорид меди(II) ($CuCl_2$).
3. Реакция обмена в растворе электролита : В. Гексагидрат хлорида никеля ($NiCl_2 \cdot 6H_2O$).

11. Установите последовательность стадий в модели гетерогенного катализа (процесс Лэнгмюра-Хиншельвуда).

А. Адсорбция реагентов на активных центрах катализатора.
Б. Химическая реакция между адсорбированными частицами.
В. Десорбция продукта.

12. Установите последовательность операций при выделении осадка комплексного соединения из реакционной смеси.

А. Охлаждение раствора для увеличения выхода продукта.
Б. Фильтрование.
В. Промывка осадка на фильтре подходящим растворителем.

13. Установите последовательность операций при синтезе комплексного соединения хрома(III) – хлорида гексааквахрома(III) $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ из оксида хрома(III).

А. Растворение Cr_2O_3 в соляной кислоте.
Б. Фильтрование для удаления нерастворимых примесей.
В. Упаривание раствора для получения кристаллов.

14. Как называется промежуточное состояние системы в теории активированного комплекса, соответствующее вершине энергетического барьера?

Ответ: Активированный комплекс (или переходное состояние).

15. Назовите тип химической связи, возникающей между центральным атомом металла и лигандами в комплексных соединениях.

Ответ: Донорно-акцепторная (или координационная).

6.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	• ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. • ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. • ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. • ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

Тест 2. по дисциплине

«НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Основной критерий принципиальной возможности протекания твердофазной реакции при заданных условиях с термодинамической точки зрения:

1) высокая скорость реакции;
2) отрицательное изменение энергии Гиббса ($\Delta G < 0$);
3) положительное изменение энтальпии ($\Delta H > 0$);
4) наличие катализатора.
Ответ: 2

2. Какой метод получения простых веществ (металлов) основан на восстановлении их из оксидов более активным металлом (алюминотермия, магниетермия)?

1) электролиз;
2) пирометаллургия;
3) цементация;
4) гидрометаллургия.
Ответ: 2

3. Какой из галогенидов металлов чаще всего получают не прямым взаимодействием элементов, а через стадию получения оксида или гидроксида с последующим действием галогеноводородной кислоты?

1) хлорид натрия;
2) фторид ксенона;
3) хлорид железа(III);
4) хлорид алюминия (безводный).
Ответ: 4

4. При работе с какими неорганическими соединениями необходимо использовать перчаточный бокс с инертной атмосферой?

1) с концентрированными кислотами;
2) с пирофорными веществами (гидриды, мелкодисперсные металлы);
3) с сильными окислителями (перхлораты);
4) с токсичными газами.
Ответ: 2

5. Какие условия способствуют смещению равновесия в реакциях осаждения из газовой фазы (CVD-процессы) в сторону образования твердого продукта? (Выберите три варианта)

1) повышение температуры субстрата;
2) понижение давления в системе;
3) увеличение концентрации реагентов в газовой фазе;
4) удаление побочных газообразных продуктов из зоны реакции.
Ответ: 1, 3, 4

6. Какие свойства гидридов щелочных и щелочноземельных металлов делают работу с ними опасной и требующей особых мер техники безопасности? (Выберите два варианта)

1) термическая стабильность;
2) высокая химическая активность, пирофорность;
3) способность бурно реагировать с водой с выделением водорода;
4) токсичность и летучесть.
Ответ: 2, 3

7. При изучении кинетики реакции в газовой фазе можно измерять (Выберите три варианта):

1) изменение давления в системе постоянного объема;
2) изменение оптической плотности по ключевому компоненту (спектрофотометрия);
3) изменение магнитной восприимчивости;
4) изменение температуры (для адиабатических условий).
Ответ: 1, 2, 4

8. Установите соответствие между методом синтеза и областью его типичного применения:

1. Гидротермальный синтез : А) Синтез термически неустойчивых оксидов, силикатов.
2. Метод химического транспорта : Б) Получение монокристаллов тугоплавких соединений (ZnS, Cr_2O_3).
3. CVD (осаждение из газовой фазы) : В) Получение ультрачистых полупроводниковых пленок.

9. Установите соответствие между процессом на поверхности твердого тела и его описанием:

1. Адсорбция : А) Физическое связывание молекул с поверхностью за счет ван-дер-ваальсовых сил.
2. Хемосорбция : Б) Химическое связывание молекул с поверхностью с образованием химической связи.
3. Гетерогенный катализ : В) Протекание химической реакции с участием адсорбированных молекул.

10. Установите соответствие между реакцией в растворе и способом смещения ее равновесия для увеличения выхода продукта:

1. Образование малорастворимого осадка : А) Увеличение концентрации одного из реагентов.
2. Образование летучего продукта (газа). Б) Повышение температуры.
3. Образование комплексного соединения. В) Удаление продукта из зоны реакции (отгонка, дегазация).

11. Установите последовательность стадий твердофазной реакции между оксидами A и B с образованием продукта AB:

1. Нуклеация (образование зародышей) продукта AB.
2. Химическая реакция на границе раздела фаз с образованием зародышей 3. Диффузия ионов через слой продукта.
AB.
4. Рост слоя продукта и утолщение диффузионного барьера.

12. Установите последовательность операций при синтезе комплексного соединения хлорида гексаамминхрома(III) $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ из хлорида хрома(III):

1. Осаждение гидроксида хрома(III) добавлением аммиака.
2. Растворение гидроксида в соляной кислоте.
3. Добавление избытка концентрированного раствора аммиака к раствору соли Cr(III).
4. Выделение кристаллов продукта выпариванием или добавлением этанола.

13. Установите последовательность операций при выделении и очистке продукта реакции в виде осадка:

1. Фильтрование (отделение осадка от маточного раствора).
2. Проверка осадка на чистоту (проба на полноту осаждения).
3. Промывка осадка.
4. Сушка осадка до постоянной массы.

14. Как называется химическая посуда, предназначенная для проведения синтезов под давлением выше атмосферного?

Ответ: Автоклав

15. Какой металл часто используется в качестве восстановителя (металлотермия) при синтезе других металлов из их оксидов или галогенидов из-за своей высокой экзотермичности реакции и доступности?

Ответ: Алюминий (Al) или Магний (Mg).

6.3.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;

			0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов	ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

Тест 3. по дисциплине
«НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Что такое «твердый раствор замещения»?

1) Раствор, в котором атомы растворенного вещества занимают пустоты (поры) кристаллической решетки растворителя.
2) Раствор, в котором атомы растворенного вещества замещают атомы растворителя в узлах его кристаллической решетки.
3) Раствор, в котором компоненты не смешиваются на атомарном уровне.
4) Раствор, существующий только при высоких температурах.
Ответ: 2

2. Основной задачей направленного неорганического синтеза является:

1) Только открытие новых элементов.
2) Получение веществ с заданным составом, структурой и свойствами.
3) Изучение природных минералов.
4) Проведение только качественных реакций.
Ответ: 2

3. Гидриды каких металлов наиболее перспективны для применения в качестве аккумуляторов водорода?

1) Щелочных (NaH, KH)
2) Щелочноземельных (CaH_2)

3) Интерметаллических соединений ($LaNi_5$, FeTi)
4) Галогенидов (HCl)
Ответ: 3

4. Какой процесс лежит в основе метода химического осаждения из газовой фазы (CVD)?

1) Испарение твердого вещества и его конденсация на подложке.
2) Химическая реакция газообразных реагентов с образованием твердого продукта на поверхности.
3) Электролиз растворов электролитов.
4) Диффузия в твердом состоянии.
Ответ: 2

5. Какие из перечисленных факторов являются термодинамическими критериями возможности самопроизвольного протекания химической реакции? (Выберите два ответа)

1) Уменьшение энтальпии системы ($\Delta H < 0$) при постоянной температуре и давлении.
2) Увеличение скорости реакции.
3) Уменьшение энергии Гиббса системы ($\Delta G < 0$) при постоянных температуре и давлении.
4) Увеличение энтропии системы ($\Delta S > 0$) при постоянной температуре и давлении.
Ответ: 3, 4

6. Для успешного синтеза комплексного соединения из водного раствора часто необходимо: (Выберите два ответа)

1) Создать сильнокислую среду для подавления гидролиза.
2) Использовать избыток лиганда для смещения равновесия в сторону образования комплекса.
3) Проводить синтез в атмосфере инертного газа, если центральный атом склонен к окислению.
4) Всегда использовать органические растворители.
Ответ: 2, 3

7. Какие из перечисленных галогенидов металлов можно получить прямым синтезом из элементов? (Выберите два ответа)

1) Хлорид натрия (NaCl)
2) Тетрахлорид титана ($TiCl_4$)
3) Фторид ксенона (XeF_2)
4) Гексафторид урана (UF_6)
Ответ: 2, 4

8. Установите соответствие между классом соединений и методом его получения:

1. Летучие галогениды (например, $TiCl_4$) : А. Прямое хлорирование металла или оксида.
2. Тугоплавкие оксиды (например, Al_2O_3) : Б. Гидролиз солей с последующим прокаливанием осадка.
3. Высокочистый кремний (Si) : В. Восстановление галогенида водородом (процесс Симонса).

9. Установите соответствие между методом синтеза и целевым продуктом:

1. Синтез в расплаве : А. Тугоплавкие ферриты (например, $NiFe_2O_4$).
2. Синтез в растворе : Б. Кристаллогидраты солей (например, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$).
3. Синтез в газовой фазе : В. Монокристаллические пленки полупроводников (например, SiC).

10. Установите соответствие между реакцией в растворе и ее типом:

1. Реакция обмена : А. $AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$
2. Реакция комплексообразования : Б. $NiCl_2 + 6NH_3 \rightarrow [Ni(NH_3)_6]Cl_2$
3. Окислительно-восстановительная реакция : В. $2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 10CO_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$

11. Расположите стадии гетерогенного каталитического процесса в газовой фазе в правильной последовательности:

А. Диффузия реагентов к поверхности катализатора.
Б. Адсорбция реагентов на поверхности катализатора. с поверхности катализатора.
В. Химическое превращение на активных центрах.
Г. Десорбция продуктов

12. Установите последовательность операций при синтезе двойной соли (например, железо-аммонийных квасцов) из растворов:

А. Смешение стехиометрических количеств растворов исходных солей.
Б. Фильтрование горячего раствора для удаления нерастворимых примесей.
В. Охлаждение раствора для кристаллизации целевого продукта.
Г. Выделение кристаллов фильтрованием и промывка.

13. Установите последовательность стадий в модели топохимической реакции с образованием сплошного продукта (модель ЯндЕра):

А. Нуклеация зародышей новой фазы.
Б. Химическая реакция на границе раздела фаз.
В. Рост пленки продукта.
Г. Диффузия реагентов через слой продукта.

14. Как называется теория, которая рассматривает переходное состояние (активированный комплекс) как обычную молекулу, находящуюся в равновесии с реагентами, но с одной несвязанной колебательной степенью свободы?
Ответ: Теория активированного комплекса (или теория переходного состояния).

15. Назовите основной метод промышленного получения алюминия из оксида Al_2O_3.
Ответ: Электролиз расплава (криолито-глиноземного расплава).

6.3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания	Результат оценивания

		(балл)	(баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2 из 4)	5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	11, 12, 13	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	14, 15	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-2. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	• ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР • ПК-2.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР • ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

Тест 4. по дисциплине
«НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ»

1. Что является основным критерием при выборе метода синтеза вещества в твердом состоянии с точки зрения термодинамики?

1) Скорость реакции
2) Минимальная температура процесса
3) Отрицательное изменение энергии Гиббса ($\Delta G < 0$)
4) Высокий выход продукта за единицу времени
Ответ: 3

2. Какой из перечисленных методов является наиболее общим для выделения нерастворимого в воде продукта из реакционной смеси?

1) Дистилляция
2) Фильтрование
3) Экстракция
4) Ректификация
Ответ: 2

3. Какой из перечисленных галогенидов является жидкостью при комнатной температуре и широко используется как катализатор и реагент в синтезе?

1) $NaCl$
2) AlF_3
3) $TiCl_4$
4) CaF_2
Ответ: 3

4. Что понимают под «динамикой молекулярных реакций»?

1) Изучение скорости реакций в макроскопических системах
2) Изучение элементарных актов столкновения и превращения молекул на молекулярном уровне
3) Изучение равновесий в растворах
4) Изучение диффузионных процессов в твердых телах
Ответ: 2

5. Какие из перечисленных методов подходят для очистки полученного твердого неорганического продукта? (Выберите три ответа)

1) Возгонка (сублимация)
2) Электролиз
3) Зонная плавка
4) Кристаллизация из раствора
Ответ: 1, 3, 4

6. Какие условия способствуют увеличению скорости твердофазной реакции? (Выберите два ответа)

1) Увеличение степени измельчения реагентов (уменьшение размера частиц)
2) Проведение реакции в вакууме
3) Применение постоянного давления инертного газа
4) Повышение температуры (в пределах устойчивости фаз)
Ответ: 1, 4

7. Для получения чистых простых веществ из их оксидов могут применяться: (Выберите два ответа)

1) Восстановление водородом или углеродом
2) Электролиз расплавов или растворов их солей
3) Простое нагревание на воздухе
4) Разложение карбонатов
Ответ: 1, 2

8. Установите соответствие между галогенидом и предпочтительным методом его лабораторного получения:

1. $TiCl_4$: А. Прямое хлорирование металла
2. AgCl : Б. Реакция обмена в водном растворе
3. NaF : В. Плавление соли с фторидом аммония

9. Установите соответствие между понятием и его описанием в рамках теории активированного комплекса:

1. Энергия активации (Ea) : А. Минимальная избыточная энергия, которой должны обладать реагенты для протекания реакции
2. Активный комплекс (переходное состояние) : Б. Конфигурация с максимальной потенциальной энергией на пути из исходных веществ в продукты
3. Координата реакции : В. Путь, описывающий изменение геометрии системы при превращении реагентов в продукты

10. Установите соответствие между соединением и его типичным методом получения:

1. Гидрид натрия (NaH) : А. Прямое взаимодействие металла с водородом под давлением
2. Хлорид железа(III) ($FeCl_3$) : Б. Пропускание хлора над нагретым железом
3. Оксид алюминия (Al_2O_3) высокой чистоты : В. Термическое разложение аммониевых квасцов

11. Установите последовательность получения чистого алюминия промышленным методом:

А. Очистка боксита от примесей (метод Байера).
Б. Выделение гидроксида алюминия и его прокаливание до Al_2O_3.
В. Электролиз расплава криолита (Na_3AlF_6) с растворенным оксидом алюминия.

12. Установите последовательность основных стадий при синтезе комплексного соединения в растворе (на примере $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$):

А. Растворение хлорида никеля в воде.
Б. Добавление избытка концентрированного раствора аммиака к раствору соли никеля(II).
В. Упаривание или охлаждение раствора для кристаллизации.
Г. Фильтрование полученных кристаллов.

13. Установите последовательность стадий CVD-процесса (осаждение из газовой фазы):

А. Транспорт реагентов в зону реакции.
Б. Адсорбция реагентов на поверхности подложки.
В. Гомогенные или гетерогенные химические реакции на подложке.
Г. Удаление газообразных продуктов из реакционной зоны.

14. Как называется теория, объясняющая кинетику гетерогенных реакций, в которой скорость пропорциональна площади поверхности раздела фаз?

Ответ: Теория топохимических реакций (или модель сжимающегося ядра).

15. Назовите процесс получения металлов высокой чистоты, основанный на обратимом термическом разложении их летучих соединений.

Ответ: Термическое разложение (например, карбонильный процесс) или Йодидный процесс (в зависимости от контекста). Правильный ответ: карбонильный процесс или йодидный процесс.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа 1: Расчеты термодинамических параметров синтеза неорганических соединений, синтез неорганических соединений

Общее задание:

1. Рассчитайте термодинамические параметры синтеза гидрида натрия.
2. Рассчитайте термодинамические параметры синтеза иодида цинка.
3. Рассчитайте термодинамические параметры синтеза никельаммонийсульфата.

Вариант 1

1. Как можно получить оксид металла: а) из простого вещества; б) из основания; в) из соли? Покажите уравнениями реакций на примере оксидов магния и цинка.

2. Как можно получить оксид неметалла: а) из простого вещества; б) из кислоты; в) из соли? Покажите уравнениями реакций на примере оксидов серы (IV) и углерода (IV).

3. Среди оксидов BaO, Al_2O_3, Cl_2O_7 найти основной, кислотный и амфотерный. Покажите основность, кислотность и амфотерность соответствующих оксидов уравнениями реакций.

Вариант 2

1. Среди гидроксидов $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Sn(OH)_2$ найдите амфотерный и покажите его амфотерность уравнениями реакций.

2. Как практически показать амфотерность оксида хрома (III) и гидроксида хрома (III)? Напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Как вывести формулу кислоты, если известен ее ангидрид? Покажите на примере серного (SO_3), сернистого (SO_2), азотного (N_2O_5) и азотистого (N_2O_3) ангидридов.

Вариант 3

1. Как вывести формулу ангидрида данной кислоты? Покажите на примере кислот H_2SiO_3, H_3PO_4, $HClO_4$, H_2CrO_4.

2. Оксиды CaO, Al_2O_3 и P_2O_5 по внешнему виду неразличимы. Как можно их отличить при помощи химических реакций?

3. Как можно разделить смеси оксидов и гидроксидов: а) BaO и MgO; б) CdO и ZnO; в) CO и CO_2; г) $Al(OH)_3$ и $La(OH)_3$?

Вариант 4

1. Если металл переменной валентности образует несколько оксидов и гидроксидов, то как отличаются по свойствам такие оксиды и гидроксиды? Покажите на примере соединений хрома (II, III, VI).

2. Напишите уравнения реакций получения нитрата калия взаимодействием: а) основания с кислотой; б) основного оксида с кислотным; в) основания с кислотным оксидом; г) основного оксида с кислотой.

3. Напишите уравнения реакций получения хлорида магния действием: а) кислоты на металл; б) кислоты на оксид; в) кислоты на основание; г) соли на соль.

Вариант 5

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

$$Fe \rightarrow FeO \rightarrow FeSO_4 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe$$

2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

$$Zn \rightarrow ZnO \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO \rightarrow Zn$$

3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$$

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;

- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб.длястуд.вузов / Павлов Н.Н., 2-е изд.,перераб.и доп. - М.: Дрофа, 2009. - 446 с. (27 экз.)

2.Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер.с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2002 - Т.1. - 539 с. (13 экз.)

3. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т.: пер.с англ. / К. Хаускрофт, Э. Констебл. - М.: Мир, 2002 - Т.2. - 528 с. (14 экз.)

4. Ключников, Н.Г. Неорганический синтез. - М.: Химия., 1988. – 240 с. (39 экз.)

Дополнительная литература

1. Жидков В.В. Органический и неорганический синтез: Методические рекомендации для студентов V курса.- Благовещенск: Изд-во БГПУ, 1998. - 71 с. (18 экз.)

2. Кнотько, А. В.Химия твердого тела: учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А. В. Кнотько, И. А. Пресняков, Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия, 2006. - 301с. (19 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Сайт о химии http://www.xumuk.ru
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов http://www.edu.ru
3. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/

4. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 219 «А». Лаборатория химической технологии

- Стол лабораторный 2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)

- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда

Химические реактивы по тематике лабораторных работ

- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Неорганический синтез»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Жидков В.В., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 28 мая 2026 г.).