

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы неорганического синтеза

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.03.01 Основы неорганического синтеза относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.1: ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н.2: ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н.1: Уметь связывать ключевые стадии процессов получения неорганических соединений с физическими и химическими свойствами веществ. Знать главные задачи и объекты исследования дисциплины; основные закономерности физико-химических явлений и процессов, протекающих при получении неорганических соединений. Владеть навыками составления планов научных исследований ПК-1-н.2: Уметь определять экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, расчетно-теоретические методы оценки свойств систем, правила обработки и оформления результатов практической работы. Владеть навыками безопасной	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

		работы в химической лаборатории; планирования, осуществления синтеза и очистки неорганических веществ		
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н.1: ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных ПК-2-н.2: ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н.1: Уметь осуществлять корректный поиск специализированной информации по синтезу, очистке и анализу неорганических веществ. Знать основные требования информационной безопасности при сборе, анализе, обработке и представлении информации. Владеть навыками работы с информационными базами данных (в т.ч. патентными базами данных) для поиска специализированной информации по свойствам, методам получения, очистки и анализа неорганических веществ. ПК-2-н.2: Уметь составлять отчеты по результатам информационного поиска по тематике научно-исследовательской работы по заданной форме. Знать основные требования представления информации химического содержания с учетом требований библиографии. Владеть навыками анализа, обобщения и представления результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках.	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36	36
- КСР	1	1
самостоятельная работа	71	71
Промежуточная аттестация	0 зачёт	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе								
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего				
	о ф	о з ф	о ф	о з ф	о ф	о з ф	о ф	о з ф	о ф	о з ф	
Тема 1 Основы теории неорганического синтеза	28	28	8	8	6	6	14	14	14	14	
Тема 2 Методы внешнего активирующего действия в неорганическом синтезе	48	48	18	18	6	6	24	24	24	24	
Тема 3 Методы синтеза простых и сложных неорганических веществ	67	67	10	10	24	24	34	34	33	33	
Аттестация	0	0									
КСР	1	1						1	1		
Итого	144	144	36	36	36	36	73	73	71	71	

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

А.А.Сибиркин, И.Г.Федотова. Идентификация и синтез сложных оксидов. - Нижний Новгород, 2019. - 19 с.

А.А.Сибиркин, И.Г.Федотова. синтез исходных веществ для получения неорганических оксидных материалов. - Нижний Новгород, 2019. - 20 с.

А.А.Сибиркин, С.А.Гаврин. Получение вольфрамовой кислоты методом ионного обмена. - Нижний Новгород, 2021. - 17 с.

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

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

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Перечислите признаки, которые можно использовать для классификации методов неорганического синтеза.
2. Какие термодинамические функции возможно использовать для оценки возможности самопроизвольного протекания химических реакций?
3. Как связаны между собой значения изменения энергии Гиббса и разности электродных потенциалов химических реакций.
4. Какая информация может быть получена при рассмотрении диаграммы Эллингема?
5. Охарактеризуйте кинетические особенности синтеза в системе твердое тело – газ.
6. Перечислите основные стадии гетерогенного взаимодействия веществ в системе твердое тело – газ.
7. Что такое лимитирующая стадия?
8. Приведите качественную зависимость для интегральной кинетической кривой топохимической реакции.
9. Охарактеризуйте основные принципы выбора методов получения неорганических веществ.
10. Какие гидриды элементов можно получать по реакции взаимодействия простых веществ?
11. Предложите методику синтеза неорганического летучего гидрида (например - моносилана) исходя из а) простого вещества кремния; б) фторида кремния.
12. Охарактеризуйте подобие и различия методов получения галогенидов (на примере галогенидов заданного химического элемента).
13. Перечислите методы получения неорганических кислот.
14. Охарактеризуйте сущность золь-гель-метода.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. В чем состоят особенности термодинамики процессов синтеза неорганических веществ при повышенной температуре?
2. Приведите качественную термограмму процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
3. Как можно осуществлять регулирование процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза?

4. Охарактеризуйте преимущества и недостатки метода свмораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
5. Перечислите механизмы генерации химически активных частиц в плазме.
6. Какие химические реакции можно проводить в плазме?
7. Назовите виды механической активации твердых веществ.
8. Какие аппараты применяются для механохимической активации неорганических веществ?
9. Проведите оценку возможности протекания заданной (преподавателем) химической реакции на основании значения изменения энергии Гиббса данной химической реакции. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.
10. Проведите расчет адиабатической температуры горения для процесса с участием веществ, указанных преподавателем. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	знает основное содержание материала дисциплины
не зачтено	не знает значительной части материала дисциплины

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

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

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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	знает основное содержание материала дисциплины
не зачтено	не знает значительной части материала дисциплины

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

1. Перечислите признаки, которые можно использовать для классификации методов неорганического синтеза.
2. Какие термодинамические функции возможно использовать для оценки возможности самопроизвольного протекания химических реакций?
3. Как связаны между собой значения изменения энергии Гиббса и разности электродных потенциалов химических реакций.
4. Какая информация может быть получена при рассмотрении диаграммы Эллингема?
5. Охарактеризуйте кинетические особенности синтеза в системе твердое тело – газ.
6. Перечислите основные стадии гетерогенного взаимодействия веществ в системе твердое тело – газ.
7. Что такое лимитирующая стадия?
8. Приведите качественную зависимость для интегральной кинетической кривой топохимической реакции.
9. Охарактеризуйте основные принципы выбора методов получения неорганических веществ.
10. Какие гидриды элементов можно получать по реакции взаимодействия простых веществ?
11. Предложите методику синтеза неорганического летучего гидрида (например - моносилана) исходя из а) простого вещества кремния; б) фторида кремния.
12. Охарактеризуйте подобие и различия методов получения галогенидов (на примере галогенидов заданного химического элемента).
13. Перечислите методы получения неорганических кислот.

14. Охарактеризуйте сущность золь-гель-метода.

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

1. В чем состоят особенности термодинамики процессов синтеза неорганических веществ при повышенной температуре?
2. Приведите качественную термограмму процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
3. Как можно осуществлять регулирование процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза?
4. Охарактеризуйте преимущества и недостатки метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
5. Перечислите механизмы генерации химически активных частиц в плазме.
6. Какие химические реакции можно проводить в плазме?
7. Назовите виды механической активации твердых веществ.
8. Какие аппараты применяются для механохимической активации неорганических веществ?
9. Проведите оценку возможности протекания заданной (преподавателем) химической реакции на основании значения изменения энергии Гиббса данной химической реакции. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.
10. Проведите расчет адиабатической температуры горения для процесса с участием веществ, указанных преподавателем. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.

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

Основная литература:

1. Ключников Николай Григорьевич. Неорганический синтез : [учеб. пособие для пед. ин-тов]. - М. : Просвещение, 1971. - 320 с. : ил. - 0.57., 2 экз.
2. Ключников Николай Григорьевич. Неорганический синтез : [по хим. и биол. специальностям]. - 2-е изд., перераб. - М. : Просвещение, 1988. - 238, [1] с. : ил. - (Учебники для педагогических институтов). - ISBN 5-09-000167-7 : 0.95., 2 экз.
3. Ключников Николай Григорьевич. Руководство по неорганическому синтезу : [для хим. и хим.-технол. специальностей вузов]. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Химия, 1965. - 390 с. : ил. - 1.08., 2 экз.
4. Ключников Николай Григорьевич. Практикум по неорганическому синтезу : [для пед. ин-тов по хим. и биол. специальностям]. - 2-е изд., перераб. - М. : Просвещение, 1979. - 270 с. : ил. - Загл. 1-го изд. : Неорганический синтез. - 0.60., 1 экз.
5. Руководство по неорганическому синтезу : в 6 т. Т. 1 / пер. с нем. Т. И. Почкаевой, С. И. Троянова ; ред. Г. Брауэр. - М. : Мир, 1985. - 319 с. : ил. - 1.80., 2 экз.
6. Руководство по неорганическому синтезу : в 6 т. Т. 4 / пер. с нем. Н. А. Добрыниной [и др.] ; ред. Г. Брауэр. - М. : Мир, 1985. - 443 с. : ил. - 2.30., 2 экз.
7. Руководство по неорганическому синтезу : в 6 т. Т. 5 / пер. с нем. Н. А. Добрыниной [и др.] ;

ред. Г. Брауэр. - М. : Мир, 1985. - [5], 354 с. : ил. - 1.90., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Карякин Ю. В. Чистые химические реактивы : рук. по приготовлению неорган. реактивов и препаратов в лаб. условиях. - [3-е изд.]. - М. : Госхимиздат, 1955. - 584 с. : ил. - 23.00., 1 экз.
2. Карякин Юрий Викторович. Чистые химические вещества : руководство по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лабораторных условиях. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1974. - 407 с. - 1.87., 14 экз.

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

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Электрическая муфельная печь, электронные техно-химические весы, ионообменная колонка

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Сибиркин Алексей Алексеевич, доктор химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

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