

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**

Неорганическая химия

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.01 Неорганическая химия относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	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-1.1: Знать фактический материал, относящийся к методам получения, физическим и химическим свойствам неорганических веществ. Уметь анализировать свойства химических элементов на основании их положения в периодической системе, объяснять тенденции изменения свойств в ряду аналогичных веществ, на основании теории строения атома и химической связи раскрывать зависимость свойств веществ от их состава и строения. Владеть приемами анализа и систематизации результатов химических экспериментов, наблюдений и измерений.  ОПК-1.2: Знать фактический материал, относящийся к распространенности и формам нахождения химических элементов в природе, принципам переработки минерального сырья, методам получения, строению, физическим свойствам и реакционной способности, практическому	Коллоквиум	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>использованию неорганических веществ.</p> <p>Уметь прогнозировать свойства веществ, предсказывать вероятные продукты химического превращения в конкретных условиях, связывать свойства вещества с возможными областями их применения.</p> <p>Владеть приемами интерпретации результатов собственных экспериментов с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>ОПК-1.3:</p> <p>Знать фактический материал, относящийся к распространенности и формам нахождения химических элементов в природе, принципам переработки минерального сырья, методам получения, строению, физическим свойствам и реакционной способности, практическому использованию неорганических веществ.</p> <p>Уметь формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и собственных экспериментальных работ</p> <p>Владеть приемами систематизации и сравнительного анализа литературных и экспериментальных данных</p>		
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное	ОПК-3.1: Применяет теоретические и полужимпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы	ОПК-3.1: Знать, как научные теории объясняют процессы взаимодействия веществ, описывают количественные соотношения между участниками химического превращения, указывают на возможность	Контрольная работа	Экзамен: Задачи

<p>программное обеспечение и базы данных профессионального назначения</p>	<p>данных при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>самопроизвольного протекания процесса, характеризуют скорость превращений, рассматривают состояние вещества и его превращения в растворах. Уметь составлять химические уравнения, расставлять стехиометрические коэффициенты, решать стандартные и комбинированные на их основе расчетные задачи, относящиеся к свойствам неорганических веществ и закономерностям их превращения, использовать закономерности физической химии для характеристики глубины превращения веществ. Владеть приемами решения стандартных и комбинированных на их основе расчетных задач</p> <p>ОПК-3.2: Знать возможности стандартного программного обеспечения для решения расчетных задач по неорганической химии. Уметь использовать стандартное программное обеспечение для решения расчетных задач по неорганической химии. Владеть необходимыми приемами использования стандартного программного обеспечения для решения расчетных задач по неорганической химии.</p>		
---	---	--	--	--

<p>ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности</p> <p>ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p> <p>ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений</p>	<p>ОПК-4.1:</p> <p>Знать возможности алгоритмов, основанных на знаниях из области математики и физики, полезных при планировании работ по неорганической химии.</p> <p>Уметь применять базовые знания в области математики и физики при планировании работ по неорганической химии.</p> <p>Владеть основными алгоритмами, основанными на базовых знаниях из области математики и физики при планировании работ по неорганической химии.</p> <p>ОПК-4.2:</p> <p>Знать возможности способов аппроксимации численных характеристик химических процессов для нахождения физико-химических величин, описывающих процессы с участием неорганических веществ.</p> <p>Уметь применять методы аппроксимации экспериментальных данных для нахождения параметров протекания процессов с участием неорганических веществ.</p> <p>Владеть методикой нахождения кинетических характеристик химических процессов с участием неорганических веществ методом наименьших квадратов.</p> <p>ОПК-4.3:</p> <p>Знать, как научные теории объясняют процессы взаимодействия веществ, описывают количественные соотношения между участниками химического превращения, указывают на возможность</p>	<p>Задания</p>	<p>Экзамен: Задания</p>
---	--	--	----------------	-----------------------------

		самопроизвольного протекания процесса, характеризуют скорость превращений, рассматривают состояние вещества и его превращения в растворах. Уметь интерпретировать результаты химических наблюдений на основе физических законов и представлений. Владеть приемами интерпретации результатов химических наблюдений на основе физических законов и представлений.		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>9</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>128</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>4</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>56</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b>
	<b>экзамен</b>

#### 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	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии	66	36	16	52	14

Раздел 2. Химия элементов - неметаллов	66	36	16	52	14
Раздел 3. Химия элементов - металлов	98	48	26	74	24
Раздел 4. Заключение	18	8	6	14	4
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	324	128	64	196	56

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс ""Неорганическая химия (1 семестр) / Неорганическая химия (2 семестр)"" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1825> / <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=2650>).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: 1. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин. Техника проведения лабораторных работ: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. - 78 с.

2. Зверев Ю.Б. и др. Определение молярных масс веществ и химических эквивалентов: Методическая разработка для студентов 1 курса. - Горький, 1998. - 22 с.

3. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин. Скорость химической реакции и химическое равновесие: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 36 с.

4. Зверев Ю.Б. и др. Определение энтальпии химических реакций: методическая разработка для студентов 1 курса. - Горький, 1990. - 8 с.

5. А.А. Сибиркин, И.Г. Федотова. Электролитическая диссоциация: учебно-методическое пособие. - Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2017. - 40 с.

6. А.А. Сибиркин. Поглощение света растворами. - Н. Новгород: ННГУ, 1999. - 9 с.

7. Ю.Б. Зверев и др. Окислительно-восстановительные процессы: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1991. - 13 с.

8. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Бор. Алюминий: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. - 18 с.

9. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Углерод. Кремний: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. - 19 с.

10. Ю.Б. Зверев и др. Сера. Селен. Теллур: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1991. - 16 с.

11. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Азот. Фосфор: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 22 с.

12. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин, О.А. Замятин. Галогены: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 26 с.

13. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин, О.Ю. Трошин. Комплексные соединения: Учебное пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 71 с.

14. Ю.Б. Зверев и др. Щелочные металлы: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 8 с.

15. Ю.Б. Зверев и др. Бериллий. Магний. Щелочно-земельные элементы: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 9 с.

16. Ю.Б. Зверев и др. Олово. Свинец: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 8 с.

17. Ю.Б. Зверев и др. Мышьяк. Сурьма. Висмут: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 6 с.
18. Ю.Б. Зверев и др. Хром. Молибден. Вольфрам: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1999. - 14 с.
19. Ю.Б. Зверев и др. Железо. Кобальт. Никель: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 14 с.
20. Ю.Б. Зверев и др. Медь. Серебро: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1996. - 8 с.
21. Ю.Б. Зверев и др. Цинк. Кадмий: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1996. - 10 с.
22. Ю.Б. Зверев и др. Титан. Цирконий. Гафний: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 10 с.
23. Ю.Б. Зверев и др. Ванадий. Ниобий. Тантал: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 8 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 - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1**

Бор. Строение атома и валентные возможности. Электронный дефицит атома бора в ковалентных соединениях. Нахождение в природе, изотопный состав.

Простое вещество бор. Получение, свойства, применение.

Соединения бора с водородом. Гомологические ряды боранов. Диборан, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Борогидриды. Тетрагидридоборат натрия, получение, строение, свойства, применение. Соединения бора с металлами, получение, применение.

Кислородные соединения бора. Борный ангидрид, получение, строение, свойства, применение. Боросиликатные стекла.

Кислородсодержащие кислоты бора и их анионы. Борная ортокислота, получение, строение, свойства, применение. Метабораты и тетрабораты, получение, строение, свойства, применение. Сложные эфиры борной кислоты.

Соединения бора с галогенами. Трифторид бора, получение, строение, свойства, применение. Тетрафтороборная кислота и тетрафторобораты, получение, строение, свойства, применение. Трихлорид, трибромид и трийодид бора, получение, строение, свойства, применение.

Соединения бора с водородом. Боразол, получение, строение, свойства, применение. Неорганические полимеры на основе бора. Боразон, кубическая и гексагональная модификации, строение, свойства, применение. Аналогия строения с аллотропными модификациями углерода.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)**

Оценка	Критерии оценивания



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

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Рассчитайте число атомов водорода, которые содержатся в 100 г 0.5 н. раствора серной кислоты. Плотность раствора равна 1.22 г / см<sup>3</sup>.
2. В вакуумированную стеклянную ампулу вместимостью 26.25 см<sup>3</sup> поместили 0.4688 г нитрита аммония и провели полное термическое разложение этой соли (одним из продуктов разложения является азот). По окончании эксперимента ампулу охладили до температуры –60оС. Рассчитайте давление в ампуле.
3. К 100 мл 10.6%-ного раствора хлорида кальция (плотность 1.05 г / см<sup>3</sup>) добавлено 30 мл 19.3%-ного раствора карбоната натрия (плотность 1.05 г / см<sup>3</sup>). Рассчитайте массовые доли соединений в растворе после отделения осадка.
4. При термическом разложении вещества, имеющего молярную массу 188 г / моль, образовалось 16.0 г оксида меди (II), 18.4 г оксида азота (IV) и 2.24 л кислорода (объём приведён к нормальным условиям). Установите молекулярную формулу вещества.
5. Если смесь хлоридов калия и кальция добавить к раствору карбоната натрия, то образуется 10.0 г осадка. Если ту же смесь добавить к раствору нитрата серебра, то образуется 57.4 г осадка. Определите массовую долю хлорида калия в исходной смеси.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами,

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

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Перечислите сходства и отличия кислотно-основных свойств  $Al(OH)_3$  и кислородсодержащих кислот бора  $H_3BO_3$  и кремния  $H_4SiO_4$ .
2. Охарактеризуйте взаимодействие алюмината натрия с водой. Каким термином следует обозначить природу данного превращения.
3. Охарактеризуйте свойства  $AlCl_3$  как кислоты по Льюису. Является ли это соединение кислотой по Аррениусу?
4. Возможно ли получение сульфида алюминия  $Al_2S_3$  при взаимодействии водных растворов  $Na_2S$  и  $AlCl_3$ ? Ответ поясните.
5. Охарактеризуйте строение алюмокалиевых квасцов  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ . По каким признакам это соединение относится к координационным (комплексным) и к двойным солям?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

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

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

## 5.2. 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 отдельными 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.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы базовые	Продемонстрированы навыки	Продемонстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	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

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

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

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

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1 (Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности)**

1. Предмет термодинамики. Основные определения – система, окружающая среда. Классификации систем. Свойства систем. Термодинамические параметры. Функции состояния системы. Энергия, внутренняя энергия, теплота и работа.
2. Первое начало термодинамики. Применение первого начала к химическим реакциям, термохимия. Понятие об энтальпии. Термохимические уравнения. Стандартное состояние вещества.
3. Энтальпия образования, энтальпия сгорания. Закон Гесса и следствия из него.
4. Изобарная и изохорная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры.
5. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Формула Кирхгофа и ее физический смысл.
6. Калориметрия. Уравнение теплового баланса адиабатического калориметра.

7. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Принцип Бергто – Томсена. Статистический подход к определению энтропии. Термодинамическая вероятность и энтропия, уравнение Больцмана.
8. Уравнение Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Зависимость энтропии индивидуального вещества от температуры. Постулат Планка. Стандартная абсолютная энтропия.
9. Расчет энтропии химической реакции. Зависимость энтропии химической реакции от температуры.
10. Критерии самопроизвольного протекания химических реакций в неизолированных системах. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Энтальпийный и энтропийный факторы.
11. Функция Гиббса образования. Зависимость функции Гиббса от температуры и давления.
12. Зависимость функции Гиббса от состава, понятие о химическом потенциале.
13. Значение химической термодинамики для химических исследований.

### Оценочное средство - Задачи

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)

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

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

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-3**  
(Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения)

1. Пользуясь термохимическими уравнениями



рассчитайте энтальпию диспропорционирования 6.125 г бертолетовой соли.

2. Для реакции:  $\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

рассчитайте значения констант равновесия  $K_p$  и  $K_c$  при температуре 298 К и давлении 101.325 кПа, используя следующие данные:

$$\Delta_f G^\circ(\text{PCl}_3(\text{г.})) = -68.42 \text{ ккал / моль}; \Delta_f G^\circ(\text{PCl}_5(\text{г.})) = -130.30 \text{ ккал / моль}.$$

3. В системе  $\text{N}_2\text{O}_4 \leftrightarrow 2 \text{NO}_2$

начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O}_4$  составляла 0.08 моль / л. При некоторой температуре к моменту наступления равновесия степень термической диссоциации исходного вещества составила 50 %. Рассчитайте равновесные концентрации участников реакции и значение константы равновесия.

4. Вычислите молярную массу металла, который обладает удельной

теплоемкостью 0.094 кал / (г · К) и оксид которого содержит 20.12 % кислорода по массе.

**Оценочное средство - Задания**

*Экзамен*

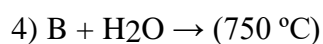
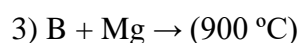
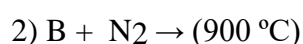
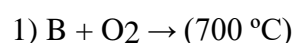
**Критерии оценивания (Задания - Экзамен)**

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

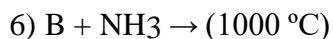
Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень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

**Типовые задания (Задания - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-4**  
(Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач)

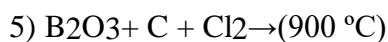
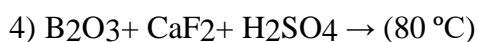
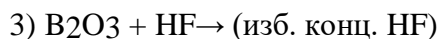
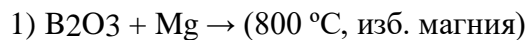
1. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.



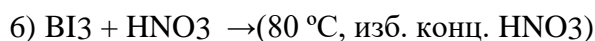
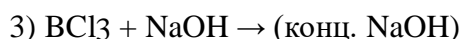
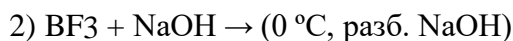




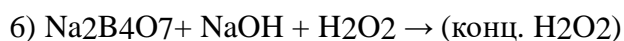
2. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.



3. Закончите уравнения химических реакций, расставьте коэффициенты.



4. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.



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

Основная литература:

1. Неорганическая химия. Химия элементов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : [в 2 т.] / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Академкнига, 2007-. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и

- др.]). Неорганическая химия. Химия элементов. Т. 1. - 2007. - 537 с. - ISBN 978-5-211-05332-2 (т. 1) : 280.00., 48 экз.
2. Неорганическая химия. Химия элементов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : [в 2 т.] / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Академкнига, 2007-. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Неорганическая химия. Химия элементов. Т. 2. - 2007. - 670 с. - ISBN 978-5-211-05334-2 (т. 2) : 301.80., 48 экз.
3. Неорганическая химия : Химия элементов : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 1. - М. : Химия, 2001. - 472 с. : ил. - Федер. целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997 - 2000 г.". - ISBN 5-7245-1213-0 : 47.00., 2 экз.
4. Неорганическая химия : Химия элементов : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 2. - М. : Химия, 2001. - 383 с. : ил. - Федер. целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997 - 2000 г.". - ISBN 5-7245-1214-9 (кн. 2) : 105.00., 2 экз.
5. Гринвуд Норман. Химия элементов = Chemistry of the Elements : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Химия элементов . Т. 1 / пер. с англ. В. А. Михайлова [и др.]. - М., 2011. - 607 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-373-9 (т. 1) : 554.40., 1 экз.
6. Гринвуд Норман. Химия элементов = Chemistry of the Elements : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Химия элементов . Т. 2 / пер. с англ. Л. Ю. Аликберовой [и др.]. - М., 2011. - 670 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-374-6 (т. 2) : 616.00., 1 экз.
7. Ахметов Наиль Сибгатович. Общая и неорганическая химия : [учеб. для вузов по хим.-технол. специальностям]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 639, [1] с. : ил. - 1.80., 184 экз.
8. Угай Яков Александрович. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия". - Изд. 3-е, испр. - М. : Высшая школа, 2002. - 527 с. : ил. - Предм. указ.: с. 520 - 523. - ISBN 5-06-003751-7 : 158.00., 8 экз.
9. Угай Яков Александрович. Общая и неорганическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" . - Изд. 5-е, стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 527 с. : ил. - ISBN 978-5-06-003751-7 : 538.00., 19 экз.
10. Лидин Р. А. Химические свойства неорганических веществ : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химия" и спец. "Неорганическая химия" / под ред. Р. А. Лидина. - 4-е изд., стер. - М. : КолосС, 2003. - 480 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - ISBN 5-9532-0095-1 : 303.16., 1 экз.
11. Лидин Ростислав Александрович. Неорганическая химия в вопросах : [учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / под ред. Р. А. Лидина. - М. : Химия, 1991. - 251, [1] с. - ISBN 5-7245-0224-0 (в пер.) : 1.90., 1 экз.
12. Неорганическая химия. Химия элементов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : [в 2 т.] / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Академкнига, 2007-. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Неорганическая химия. Химия элементов. Т. 1. - 2007. - 537 с. - ISBN 978-5-211-05332-2 (т. 1) : 280.00., 48 экз.

## Дополнительная литература:

1. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. для бакалавров / под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 19-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 900 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2715-3 : 656.00., 5 экз.
2. Глинка Николай Леонидович. Общая химия : [учеб. пособие для вузов] / под ред. А. И. Ермакова. - Изд. 30-е, испр. - М. : Интеграл-Пресс, 2009. - 728 с. - Предм. указ.: с. 706 - 727. - ISBN 5-89602-017-1 : 215.00., 56 экз.
3. Третьяков Юрий Дмитриевич. Химия и технология твердофазных материалов : учеб. пособие. Ч. 1. - М. : Изд-во МГУ, 1985. - 253 с. : ил. - 0.70., 3 экз.
4. Третьяков Юрий Дмитриевич. Введение в химию твердофазных материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химия, физика и механика материалов" / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. - 400 с. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / редкол.: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-211-06045-8 : 265.80., 16 экз.
5. Коттон Ф. Современная неорганическая химия : [в 3 ч.] : пер. с англ. Ч. 1 : Общая теория / пер. ч. С. С. Чуранова ; под ред. К. В. Астахова. - М. : Мир, 1969. - 224 с. : с черт. - 0.54., 11 экз.
6. Коттон Ф. Современная неорганическая химия : [в 3 ч.] : пер. с англ. Ч. 2 : Химия непереходных элементов / пер. ч. Е. К. Ивановой [и др.] ; под ред. К. В. Астахова. - М. : Мир, 1969. - 494 с. : с черт. - 2.27., 13 экз.
7. Коттон Ф. Современная неорганическая химия. Ч. 3 : Химия переходных элементов / пер. с англ. М. Н. Варгафтика ; под ред. М. Е. Дяткиной. - М. : Мир, 1969. - 592 с. : ил. - 1.39., 14 экз.
8. Спицын Виктор Иванович. Неорганическая химия : [учеб. для хим. специальностей вузов]. Ч. 1. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 474, [2] с. : ил. - ISBN 5-211-00906-1 (в пер.) : 4.00., 3 экз.
9. Мартыненко Лариса Ивановна. Избранные главы неорганической химии. Вып. 1 : Химия неметаллов и методы разделения и очистки в неорганическом синтезе. - М. : Изд-во МГУ, 1986. - 287 с. : ил. - 0.80., 3 экз.
10. Еллиев Юрий Ефимович. Элементы физической химии в курсе общей химии : учеб. пособие / ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1998. - 246 с. - 19.50., 235 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, компьютерами.

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

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

Автор(ы): Тихонова Елена Леонидовна, кандидат химических наук  
Сибиркин Алексей Алексеевич, доктор химических наук, доцент  
Замятин Олег Андреевич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

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