

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Проректор по учебной работе**

**А.А. Воронов**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Общая и неорганическая химия
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физической химии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 120 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 270, всего зач. ед.: 6

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

Г.М. Болейко, канд. биол. наук, доцент

В.С. Талисманов, канд. хим. наук, доцент, доцент

О.Г. Карманова, канд. хим. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры физической химии 05.05.2025

## Аннотация

Программа дисциплины "Общая и неорганическая химия" предусмотрена для студентов 1 курса ФЭФМ, обучающихся по основной образовательной программе "Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы". В ходе освоения курса студентами будут изучены: структура периодической системы элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента и его соединений: заряд ядра и электронную формулу атома; возможные валентности, возможные степени окисления, характер изменения радиуса, электроотрицательности, химических свойств элементов и их соединений по группам и периодам ПСЭ; основы теории строения атома; основы электрохимии; основы химической кинетики; основы термохимии; основы теории растворов; основы теории комплексных соединений; химические свойства основных элементов Периодической системы Д.И. Менделеева и их соединений; правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- формирование базовых знаний основных понятий и законов химии, способности применять полученные знания на практике;
- понимание сути химических превращений, зависимости свойств элементов и их соединений от положения в периодической системе Д.И. Менделеева;
- овладение навыками выполнения химического эксперимента, работы с химическими реагентами, лабораторным оборудованием и приборами;
- овладение начальными знаниями в области химии, необходимыми для изучения других разделов химии: органической химии, химических методов анализа, химической физики, физических методов исследований материалов и веществ.

### Задачи дисциплины

- изучение основных законов и понятий общей и неорганической химии;
- приобретение навыков постановки и проведения лабораторных исследований в области химии;
- умение проводить химические опыты по общей и неорганической химии по представленным методикам и уметь описывать полученные результаты химических опытов и делать по ним выводы;
- способность применять теоретические знания по общей и неорганической химии в практической деятельности, в том числе научно-исследовательской работе;
- заложение фундамента научных знаний в области химии, необходимых для разработки новых материалов с заданными свойствами.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру периодической системы элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента и его соединений: заряд ядра и электронную формулу атома;
- возможные валентности, возможные степени окисления, характер изменения радиуса, электроотрицательности, химических свойств элементов и их соединений по группам и периодам ПСЭ;
- основы теории строения атома;
- основы электрохимии;
- основы химической кинетики;
- основы термохимии;
- основы теории растворов;
- основы теории комплексных соединений;
- химические свойства основных элементов Периодической системы Д.И. Менделеева и их соединений;
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

уметь:

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;
- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;
- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее экспериментальное оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- решать расчетные задачи по тематике курса;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов в области общей и неорганической химии.

владеть:

- навыками проведения химического эксперимента, формулирования выводов, организации рабочего места, сборки приборов для химического эксперимента;
- навыками расчетов, применяемых в химии и навыками составления уравнений химических реакций.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Теория растворов	6	6	20	10
2	Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева	2	2		10
3	Химическая связь и строение молекул	2	2		10
4	Координационные соединения	2	2	4	10
5	Основы термохимии	2	2	4	10
6	Основы химической кинетики	2	2	4	10
7	Окислительно-восстановительные реакции	2	2	8	10
8	Химические источники тока	2	2	4	10
9	Химические свойства s-элементов	2	2	2	10
10	Химические свойства p-элементов	4	2	2	10
11	Химические свойства d-элементов	2	2	4	10
12	Химические свойства f-элементов. Заключение	2	4	8	10
Итого часов		30	30	60	120
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		270 час., 6 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

###### 1. Теория растворов

Растворы. Общая характеристика растворов. Процесс растворения. Понятие об ионах. Гидраты, кристаллогидраты и сольваты. Способы выражения концентрации растворов. Растворимость и влияние на неё различных факторов.

Физические свойства растворов. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Давление пара растворов. Кипение и замерзание растворов. Законы Рауля.

Процесс и степень диссоциации электролита. Сила электролитов. Равновесие в растворах слабых электролитов. Константы кислотности и основности слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Сильные электролиты. Ионная сила. Активность. Коэффициент активности. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели pH и pOH. Буферные растворы, равновесие в них, буферная ёмкость. Понятие о произведении растворимости. Гидролиз солей. Равновесие в растворах гидролизующихся солей, константа и степень гидролиза. Зависимость степени гидролиза от концентрации и температуры. Константа гидролиза.

Практические (семинарские) занятия:

Способы выражения концентраций растворов.

Законы идеальных растворов. Расчет pH сильных и слабых кислот и оснований, труднорастворимых оснований, гидролизующихся солей, буферных растворов.

Произведение растворимости. Гидролиз. Взаимное усиление гидролиза. Буферные растворы. Решение задач.

Контрольная работа № 1 "Перевод концентраций. Свойства идеальных растворов"

Контрольная работа № 2 "Свойства растворов электролитов. Расчет pH. Произведение растворимости"

Контрольная работа № 3 "Гидролиз. Буферные растворы"

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 1 "Определение концентрации раствора рефрактометрическим методом"

Лабораторная работа № 2 "Определение константы диссоциации слабой кислоты методом pH-метрии"

Лабораторная работа № 3 "Определение степени гидролиза хлорида алюминия в растворе и влияние на нее температуры и разбавления. Исследование гидролиза различных солей"

Лабораторная работа № 4 "Приготовление буферных растворов и исследование их свойств"

Лабораторная работа № 5 "Приготовление раствора заданного состава"

## 2. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Краткая история развития представлений о строении атома. Понятие о квантовой механике и квантово-механическая модель атома. Характеристика энергетического состояния электронов. Квантовые числа. Уровни, подуровни, орбитали. Состояние электронов в многоэлектронных атомах. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип минимума энергии. Электронные конфигурации атомов s-, p-, d-, f-элементов. Энергетические характеристики атомов – энергия ионизации и сродство к электрону. Понятие об электроотрицательности. Периодическая система как выражение периодического закона. Закономерности изменения свойств элементов и соответствующих им простых и сложных веществ в группах и периодах. Структура периодической системы и ее связь со строением атомов. Особенности электронного строения элементов в главных и побочных подгруппах. Электронные конфигурации ионов. Зависимость радиуса иона от его заряда. Степень окисления атома: высшая, низшая, промежуточная. Наиболее характерные степени окисления атомов главных подгрупп как следствие электронной конфигурации их валентного уровня.

Практические (семинарские) занятия:

Составление электронных конфигураций атомов и ионов. Свойства атомов в зависимости от положения в периодической системе. Прогнозирование окислительно-восстановительных свойств химических веществ на основании электронного строения атомов, входящих в их состав. Решение задач.

Контрольная работа № 4 "Строение атома"

## 3. Химическая связь и строение молекул

Химическая связь и строение молекул. Молекулы. Теория химического строения, история ее развития. Виды химической связи, ее основные характеристики: длина, энергия, полярность, сигма- и пи- связи.

Основные положения метода валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связи. Кислоты и основания Льюиса. Понятие валентности. Теория Гиллеспи. Теория гибридизации. Пространственная конфигурация молекул. Специфические свойства ковалентной связи – насыщенность и направленность. Полярность молекул как следствие их строения. Эффективный заряд атома в молекуле. Межмолекулярные взаимодействия: водородные связи, связи Ван-дер-Ваальса. Объяснение физических свойств молекулярных веществ на основании строения их молекул и наличия (или отсутствия) межмолекулярных взаимодействий.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Классификация молекулярных орбиталей. Энергетические диаграммы двухатомных гомо- и гетероядерных молекул. Порядок и прочность связи. Магнитные свойства молекулярных веществ.

Ионная связь как крайний случай ковалентной полярной связи. Степень ионности связи. Отличие свойств ионной связи от свойств ковалентной связи.

Металлическая связь как особый вид химической связи. Особенности строения металлической кристаллической решетки. Делокализация электронов. Общность физических свойств простых веществ-металлов как следствие общности строения их кристаллов.

Особенности свойств веществ и материалов с различным типом химической связи.

Практические (семинарские) занятия:

Метод валентных связей (МВС), метод молекулярных орбиталей (ММО), описание свойств молекул, гибридизация. Решение задач.

Контрольная работа № 5 "Химическая связь".

#### 4. Координационные соединения

Координационные (комплексные) соединения. Основные понятия и определения. Пространственное строение и изомерия. Теория кристаллического поля и энергетическое расщепление электронов d-подуровня в зависимости от химического состава комплекса.

Метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей при трактовке химической связи в координационных соединениях. Окраска координационных соединений. Окислительно-восстановительные реакции координационных соединений. Устойчивость координационных соединений. Константа нестойкости.

Практические (семинарские) занятия:

Номенклатура и изомерия комплексных соединений, виды лигандов. Описание комплексных соединений с позиции теории кристаллического поля (ТКП). МВС и ММО в описании комплексных соединений. Окраска и магнитные свойства комплексных соединений. Гибридизация центрального йона-комплексообразователя. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП). Решение задач.

Контрольная работа № 6 "Координационные соединения"

Лабораторная работа №6 "Исследование свойств комплексных соединений"

#### 5. Основы термодинамики

Основы химической термодинамики. Энергетика химических процессов. Энергетические эффекты химических реакций. Закон Гесса.

Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений, энергии связи и их использование для расчета стандартных энтальпий химических реакций. I-й и II-й законы термодинамики. Понятие об энтропии. Изобарно-изотермический потенциал. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций.

Практические (семинарские) занятия:

Тепловые эффекты химических реакций. Возможность протекания и направление протекания химической реакции. Решение задач.

Контрольная работа № 7 "Термохимия".

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 7 "Определение энтальпии реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием"

## 6. Основы химической кинетики

Основы химической кинетики. Скорость химических реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Закон действующих масс. Влияние температуры на скорость химических реакций. Закон Вант-Гоффа.

Уравнение Аррениуса. Понятие об энергии активации. Механизмы химических взаимодействий с учетом величины энергии активации. Катализ.

Химическое равновесие. Понятие о константе равновесия. Факторы, влияющие на сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Использование законов химической кинетики при оптимизации процессов в биохимических технологиях.

Практические (семинарские) занятия:

Скорость химических реакций. Химическое равновесие. Решение задач.

Контрольная работа № 8 "Химическая кинетика".

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 8 "Изучение кинетики взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой"

## 7. Окислительно-восстановительные реакции

Электроотрицательность. Степень окисления. Типичные окислители и восстановители. Процессы окисления и восстановления. Влияние pH-среды на продукты окислительно-восстановительных реакций. Способность проявления окислительно-восстановительных свойств атомов и молекул в зависимости от положения атома-окислителя/восстановителя в периодической системе. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Метод электронного баланса, метод ионных полуреакций.

Практические (семинарские) занятия:

Составление уравнений химических реакций методом электронного баланса и ионных полуреакций.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 9 "Окислительно-восстановительные реакции"

Лабораторная работа № 10 "Окислительно-восстановительное титрование"

## 8. Химические источники тока

Химические источники электрической энергии. Двойной электрический слой. Электродные потенциалы. Электроды сравнения. Уравнение Нернста. Гальванические элементы. Расчет ЭДС гальванического элемента. Электролиз. Электролиз водных растворов и расплавов электролитов. Коррозия металлов.

Практические (семинарские) занятия:

Стандартные электродные потенциалы. Виды электродов. Расчет ЭДС гальванического элемента. Расчет ЭДС основных видов гальванических элементов. Применение уравнения Нернста. Расчет ЭДС аккумуляторов. Решение задач.

Контрольная работа № 9 "Химические источники тока".

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 11 "Определение потенциала отдельного электрода. Химические источники тока".

## 9. Химические свойства s-элементов

Положение s-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Водород, основные свойства, получение и хранение. Гидриды элементов. Вода, водородная связь, физико-химические свойства воды.

Щелочные и щелочно-земельные металлы. Химические свойства щелочных и щелочно-земельных металлов. Получение и их применение. Получение и применение гидроксидов щелочных и щелочно-земельных металлов. Зависимость химических свойств и реакционной способности щелочных и щелочно-земельных элементов в зависимости от положения в периодической системе.

Практические (семинарские) занятия:

Химические свойства s-элементов: химические свойства щелочных и щелочно-земельных металлов и их соединений. Составление уравнений. Решение задач.

Лабораторные занятия:

Лабораторная работа № 12. "Изучение химических свойств s- и p-элементов и их соединений".

## 10. Химические свойства p-элементов

Положение p-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Бор, углерод, кремний, кислород, сера, галогены, инертные газы, их химические свойства, применение. Зависимость химических свойств и реакционной способности p-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства оксидов и гидроксидов p-элементов. Сравнительная характеристика окислительно-восстановительных свойств s- и p-элементов и их соединений. Серная и фосфорная кислоты: получение и применение. Углерод и его свойства. Углеродные наноструктуры: кластеры, фуллерены, нанотрубки: получение, свойства и применение.

Практические (семинарские) занятия:

Химические свойства p-элементов и их соединений. Составление уравнений. Решение задач.

Лабораторные занятия:

Лабораторная работа № 12. "Изучение химических свойств s- и p-элементов и их соединений".

## 11. Химические свойства d-элементов

Положение d-элементов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, серебро, кадмий, золото: их химические свойства, применение. Зависимость химических свойств и реакционной способности d-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства гидроксидов d-элементов.

Практические (семинарские) занятия:

Химические свойства d-элементов и их соединений. Составление уравнений. Решение задач.

Лабораторные работы:



## 12. Химические свойства f-элементов. Заключение

Положение лантаноидов и актиноидов в периодической системе Д.И. Менделеева. Общая характеристика. Физические и химические свойства. Зависимость химических свойств f-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Особенность строения электронных оболочек и атомных радиусов f-элементов в зависимости от положения в периодической системе. Химические свойства гидроксидов f-элементов. Применение лантаноидов.

Обобщение курса. Разбор вопросов к экзамену, ответы на вопросы.

Практические (семинарские) занятия:

Химические свойства f-элементов и их соединений. Составление уравнений. Решение задач. Коллоквиум "Химия элементов".

Лабораторные работы:

Лабораторная работа № 13. "Изучение химических свойств f-элементов и их соединений".

Сдача работ и задолженностей.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- учебные лаборатории кафедры физической химии, оснащенные оборудованием и установками для проведения лабораторного практикума, предусмотренного программой;
- препаратная;
- склад для хранения реактивов;
- склад для хранения приборов и оборудования.

Учебно-лабораторное оборудование:

- вытяжные и сушильные шкафы, дистилляторы, лабораторные, титровальные, аудиторные столы, стулья и табуреты, аудиторные доски, наглядные пособия: таблица элементов Д.И. Менделеева, таблица стандартных электронных потенциалов, таблица силы лигандов, штативы для реактивов, пробирок, бюреток, технические и аналитические весы, pH-метры, цифровые вольтметры, рефрактометры, фотоколориметры, термостаты, термометры, секундомеры, ареометры, бюретки, химические реактивы и лабораторная посуда.

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общая и неорганическая химия [Текст] : учебник для вузов / Н. С. Ахметов .— 7-е изд., стереотип. — М. : Высшая школа, 2009 .— 743 с.
2. Практический курс общей химии [Текст] = учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Прикладные математика и физика" / М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) ; [В. В. Зеленцов и др.] .— 4-е изд., испр. и доп. — М. : МФТИ, 2012 .— 305 с.
3. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / О. Г. Карманова, Г. М. Болейко ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2015 .— 101 с.

Дополнительная литература

1. Общая химия. Основной курс [Текст] / В. В. Вольхин - СПб.Лань, 2008

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) <http://lib.mipt.ru/catalogue/1604/?t=492> – электронная библиотека Физтеха, раздел «Общая химия»
- 2) <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
- 3) <http://chemistry.fizteh.ru/materials/>
- 4) [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) Химия

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

- <http://lib.mipt.ru> - электронная библиотека Физтеха;
- <http://www.edu.ru> - федеральный портал "Российское образование";
- <http://benran.ru> - библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

При подготовке к выполнению лабораторных работ и написанию контрольных работ используется материал лекционного курса, рекомендованная учебная литература, в которых рассмотрены важнейшие теоретические разделы курса, дано описание предлагаемых заданий и рекомендации к их выполнению, а также образцы решения типовых задач и вопросы для самоконтроля при работе с изучаемым материалом.

Успешное освоение теоретической части курса, а также овладение способами решения задач достигается при регулярном посещении лекционных и семинарских занятий, тщательном ведении конспекта, выполнении домашних заданий, самостоятельной работы с использованием материалов лекций, учебных пособий, в частности задачника "Вопросы и задачи по общей и неорганической химии".

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Проведение контрольных работ способствует закреплению теоретических основ курса, учит кратко излагать в письменной форме полученные знания.

Проведение коллоквиумов помогает студенту логически точно, аргументированно и ясно строить устную речь, формулировать свою точку зрения, овладевать навыками ведения дискуссий, дает возможность преподавателю правильно оценить уровень знаний студента на этапе промежуточной аттестации.

В самостоятельную работу студентов входит: освоение теоретического материала, подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, подготовка к контрольным работам и коллоквиумам, подготовка к сдаче экзамена.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Физика перспективных технологий: альтернативная энергетика, научное программирование и функциональные материалы Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра физической химии
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

**Разработчики:**

Г.М. Болейко, канд. биол. наук, доцент

В.С. Талисманов, канд. хим. наук, доцент, доцент

О.Г. Карманова, канд. хим. наук, доцент, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая и неорганическая химия» обучающийся должен:

**знать:**

- структуру периодической системы элементов (ПСЭ) Д.И. Менделеева и вытекающие из нее основные характеристики элемента и его соединений: заряд ядра и электронную формулу атома;
- возможные валентности, возможные степени окисления, характер изменения радиуса, электроотрицательности, химических свойств элементов и их соединений по группам и периодам ПСЭ;
- основы теории строения атома;
- основы электрохимии;
- основы химической кинетики;
- основы термохимии;
- основы теории растворов;
- основы теории комплексных соединений;
- химические свойства основных элементов Периодической системы Д.И. Менделеева и их соединений;
- правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.

#### **уметь:**

- использовать периодическую систему элементов для описания химических и физико-химических свойств элементов и их соединений;
- использовать полученные знания при выполнении лабораторных работ, решении задач и обсуждении теоретических вопросов;
- анализировать полученные в ходе лабораторной работы данные и делать правильные выводы;
- выбирать и применять подходящее экспериментальное оборудование, инструменты и методы исследований для решения поставленных экспериментальных задач;
- решать расчетные задачи по тематике курса;
- критически оценивать применимость рекомендованных методик и методов в области общей и неорганической химии.

#### **владеть:**

- навыками проведения химического эксперимента, формулирования выводов, организации рабочего места, сборки приборов для химического эксперимента;
- навыками расчетов, применяемых в химии и навыками составления уравнений химических реакций.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

В курсе "Общая и неорганическая химия" проводится текущий контроль успеваемости в форме контрольных работ, сдачи лабораторных работ и коллоквиумов; используется рейтинговая система.

Перечень некоторых контрольных вопросов для проведения контрольных работ, коллоквиумов:

Тема: Основы термохимии

1. Анализ уравнения Гиббса. Условия осуществимости эндотермических реакций.
2. Определите тепловой эффект прямой реакции:  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{HCl}(\text{г})$  через энергии связей соответствующих веществ
3. Определите энтальпию гидратации  $\text{CuSO}_4(\text{кр.})$  до  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{кр.})$ , если при растворении  $\text{CuSO}_4$  (кр.) выделяется 67 кДж/моль, а при растворении  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{кр.})$  поглощается 10,5 кДж/моль тепла.
4. Определите стандартную энтальпию фазового перехода графита в алмаз через энтальпии сгорания этих веществ:  $\Delta H_{\text{сгор. граф.}} = -393,5$ ;  $\Delta H_{\text{сгор. алм.}} = -395,7$  кДж/моль.

Тема: Растворы

1. Какова моляльность 50%-ного раствора серной кислоты?
2. Какой объем 10%-ного раствора  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,01$  г/мл) нужно взять для приготовления 1 л 0,01M раствора?
3. Напишите уравнение реакции диссоциации  $\text{NaOH}$ . Чему равен pH раствора этого основания, если активная концентрация гидроксильных ионов в нем равна  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л?

- Приведите формулу зависимости рН слабой кислоты (слабого электролита) от Кд этой кислоты и её концентрации. Какие экспериментальные данные необходимы для графического определения Кд электрометрическим методом?)
- Во сколько раз уменьшится растворимость PbSO<sub>4</sub> в 0,01М растворе MgSO<sub>4</sub> по сравнению с растворимостью в чистой воде?  $K_{\text{PbSO}_4} = 1 \cdot 10^{-8}$ .

Тема: Основы химической кинетики

- В системе  $A + 2B \rightleftharpoons C$  равновесные концентрации реагентов равны:  $[A] = 0,1$  моль/л,  $[B] = 0,2$  моль/л,  $[C] = 0,3$  моль/л. Найдите значение Кравн и исходные концентрации веществ А и В.
- Для реакции первого порядка период полураспада составляет 50 мин. Определите Кравн и время, за которое прореагирует 80% исходного вещества.
- Во сколько раз увеличится скорость реакции  $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$  протекающей в газовой фазе, если: а) увеличить концентрацию кислорода в 2 раза; б) уменьшить концентрацию СО в 2 раза, в) увеличить концентрацию обоих веществ в 3 раза?
- Каково значение энергии активации процесса, скорость которой при 300 К в 10 раз больше, чем при 280 К

...

Тема: Химические источники тока

- Стандартный водородный электрод.
- Для гальванического элемента:  
 $(-) Pt | Fe^{2+}, Fe^{3+} || H^+ | Mn^{2+}, MnO_4^- | Pt (+)$   
 определите тип электродов, напишите уравнения электродных полуреакций, суммарную окислительно-восстановительную реакцию, протекающую в ГЭ, уравнение Нернста для неё. Рассчитайте  $E^0$  элемента и константу равновесия реакции.
- Вычислите потенциал серебряного электрода в насыщенном растворе AgCl, если  $a_{Cl^-} = 2$  моль/л, а  $P_{AgCl} = 2 \cdot 10^{-10}$ .  $E^0_{Ag^+/Ag} = 0,8$  В
- Осуществима ли окислительно-восстановительная реакция:  
 $SnCl_4 + 2KI \rightleftharpoons SnCl_2 + I_2 + 2KCl$ ?

Тема: Строение атома. Периодическая система элементов

- Какие квантовые числа определяют энергию, форму и ориентацию атомных орбиталей в пространстве?
  - Напишите электронные формулы следующих атомов и ионов : Ca и Ca<sup>2+</sup> ; S и S<sup>2-</sup>; Fe и Fe<sup>3+</sup>; Tb, Tb<sup>3+</sup>, Tb<sup>4+</sup>. Обоснуйте проявление атомом Те степени окисления +4.
  - К какой группе периодической системы относиться р-элемент, если его последовательные энергии ионизации равны (эВ):
- | I (1) | I (2) | I (3) | I (4) | I (5) | I (6) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11.2  | 24.4  | 47.9  | 64.5  | 392.0 | 489.0 |
- Как изменяются атомные радиусы в периоде, в главных и побочных подгруппах? Радиус какого иона больше, Li<sup>+</sup> или H<sup>-</sup>?
  - Электроотрицательность по Малликену и по Полингу. Объясните, почему фтор имеет наибольшую электроотрицательность?

Тема: Химическая связь

- Донорно-акцепторный механизм образования связи на примере NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и NH<sub>3</sub>BH<sub>3</sub>. Назовите элементы 2 периода с донорными и акцепторными свойствами.
- Какой тип гибридизации АО центрального атома осуществляется при образовании молекул CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Какую геометрию они имеют?
- Полярность молекулы с позиций метода валентных связей, факторы ее определяющие на примере молекул NH<sub>3</sub> ( $\mu = 1,46D$ ) и NF<sub>3</sub> ( $\mu = 0,2D$ ).
- Нарисуйте схему распределения электронов на МО в молекулах B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>. Почему потенциал ионизации молекулы углерода больше потенциала ионизации атома углерода, а для молекулы кислорода меньше, чем для атома кислорода?

Тема: Координационные соединения

Для ВС комплекса K<sub>3</sub>[CoF<sub>6</sub>] укажите:

1. а) степень окисления атома-комплексобразователя и его электронную конфигурацию; б) название соединения; в) возможные изомеры;
2. С позиции МВС: гибридизацию АО иона-комплексобразователя.
3. С позиции ТКП: а) расщепление d-орбиталей ц.а., их заселённость и ЭСКП;  
б) к лигандам какого по силе поля относятся H<sub>2</sub>O и F-?  
в) изменятся ли параметр расщепления, заселённость d<sub>e</sub> и d<sub>γ</sub>-орбиталей и ЭСКП при образовании нового комплекса по реакции:  

$$\text{K}_3[\text{CoF}_6] + 6\text{H}_2\text{O} = [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{F}_3 + 3\text{KF},$$

BC
BC
- г) куда сместится при этом полоса поглощения видимого света?
4. Изобразите диаграмму МО (ММО) для комплексного иона [CoF<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> и отметьте на ней фрагменты, соответствующие ТКП и МВС.

Тема: Коллоквиум по химическим свойствам элементов

p-Элементы V A подгруппы (азот, фосфор, мышьяк, сурьма)

1. Напишите электронные формулы этих элементов, перечислите характерные степени окисления, приведите примеры соединений. Каким образом в подгруппе изменяются кислотно-основные свойства?
2. Строение молекулы N<sub>2</sub> с позиций МВС и ММО. Как объяснить тот факт, что азот является основным компонентом атмосферы (78%)?
3. В ряду соединений NH<sub>3</sub> N<sub>2</sub> NO N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KNO<sub>2</sub> HNO<sub>3</sub>  
а) определите степени окисления и электронные конфигурации азота. Какие соединения из приведенных могут быть только окислителями, какие только восстановителями и какие проявляют окислительно-восстановительную двойственность?  
б) Закончите уравнения реакций:  
а) KNO<sub>2</sub> + KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = MnSO<sub>4</sub> + ..... б) KNO<sub>2</sub> + KI + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = NO + ...
4. Высший фторид азота – NF<sub>3</sub> соответствует валентности 3, тогда как Р и As легко образуют соединения PF<sub>6</sub><sup>-</sup> и AsF<sub>6</sub><sup>-</sup> с валентностью 6. Объясните этот факт.  
Как влияет на длину и энергию связи наличие у атомов, образующих связь, неподеленных электронных пар и свободных орбиталей и ответьте в связи с этим, какая из двух связей прочнее: H–N или H–P; Cl–N или Cl–P

По каждой теме курса химии преподаватель имеет по 8-16 вариантов контрольных работ, состоящих из 4-5 вопросов разной сложности (теория и задачи).

Порядок проведения контрольной работы (зачета), особенности оценки выполненных заданий.

– По каждой изучаемой теме после самостоятельной проработки студентами программного материала проводится обсуждение с преподавателем сложных вопросов теории, решение типовых задач, что занимает ≈ 40 мин

– На написание контрольной работы (КР) обучающемуся предоставляется 35-50 минут, на защиту ≈ 5-10 минут.

– На выполнение и оформление и приём лабораторной работы – 3 академических часа.

– Во время написания КР обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, таблицей Менделеева, справочниками физических величин, вычислительной техникой.

– Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями и с соблюдением правил техники безопасности.

– Отчёт по выполненной лабораторной работе должен содержать:

название и цель работы, дату её выполнения, используемое оборудование, уравнения реакций, экспериментальные данные, расчётные формулы и вычисления, краткие выводы.

– Работа должна быть принята и подписана преподавателем в конце занятий.

#### 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену:

## Термохимия

1. Термодинамические системы (открытая, закрытая, изолированная). Параметры и функции состояния системы. Энтальпия, энтропия, энергия Гиббса.
2. Тепловые эффекты химических реакций. Эндо- и экзотермические процессы. Закон Гесса и его следствия. Стандартная энтальпия образования вещества.
3. Закон Гесса. Следствия закона Гесса: связь энтальпии химической реакции со стандартными энтальпиями образования, сгорания или разрыва связей для исходных веществ и продуктов реакции. Стандартные энтальпии образования и сгорания химических соединений.
4. Закон Гесса для теплового эффекта физико-химического процесса. Следствия закона Гесса: связь энтальпии химической реакции со стандартными энтальпиями образования, сгорания или разрыва связей для исходных веществ и продуктов реакции.
5. Стандартные энтальпии термодинамических процессов: энтальпия образования, сгорания. Энтальпии растворения, нейтрализации. Энергия связи.
6. Термодинамический критерий осуществимости процесса. Энергия Гиббса. Энтальпийный и энтропийный факторы и их роль в экзо- и эндотермических реакциях.
7. Энергия Гиббса как критерий осуществимости химических реакций. Анализ уравнения Гиббса для экзо- и эндотермических реакций при  $\Delta S > 0$  и  $\Delta S < 0$ .
8. Факторы, определяющие направление протекания химических реакций, анализ уравнения Гиббса для замкнутой системы. Изотерма Вант-Гоффа.

## Кинетика

1. Понятие скорости химических реакций. Зависимость скорости химических реакции от концентраций реагирующих веществ в гомогенных системах. Кинетическое уравнение. Константа скорости химической реакции.
2. Понятие скорости химических реакций. Порядок и молекулярность химических реакций.
3. Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса, физический смысл входящих в него величин. Энергия активации.
4. Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса. Понятие об энергии активации. Катализ, принцип действия катализаторов.
5. Химическое равновесие и его константа. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.

## Химические источники тока

1. Устройство, принцип действия и схема обозначений типичного химического источника электрической энергии (на примере гальванического элемента Даниэля-Якоби). Каков механизм появления двойного электрического слоя и электродного потенциала?
2. Гальванический элемент Даниэля-Якоби: схема, процессы, происходящие на электродах, суммарный электрохимический процесс. Уравнение Нернста для каждого электрода и для гальванического элемента в целом. Роль солевого мостика в гальваническом элементе.
3. Стандартный электродный потенциал. Зависимость электродного потенциала от концентрации потенциалопределяющих ионов и температуры. Уравнение Нернста для отдельного электрода в нестандартных условиях.
4. Стандартный электродный потенциал, измерение стандартного электродного потенциала. Устройство стандартного водородного электрода. Составьте схему для определения стандартного электродного потенциала медного электрода.
5. Таблица стандартных электродных потенциалов для окислительно-восстановительных систем. Металлический электрод, уравнение Нернста для металлического электрода.
6. Электроды 1-го и 2-го рода на примере медного и хлорсеребряного электродов. Уравнение Нернста для них. Почему электроды 2-го рода можно использовать в качестве электродов сравнения?
7. Электроды сравнения: водородный, хлорсеребряный. Устройство, уравнение Нернста. Почему электроды 2-го рода можно использовать в качестве электродов сравнения?
8. Аккумуляторы (на примере свинцового аккумулятора). Реакции на аноде и катоде, суммарная реакция в свинцовом аккумуляторе при его работе (разрядке) и зарядке. ЭДС свинцового аккумулятора (конечная формула с использованием активности серной кислоты и воды).

## Растворы, свойства растворов



1. Способы выражения концентраций растворов.
2. Слабые электролиты. Степень диссоциации электролита. Константа диссоциации. Связь константы диссоциации со степенью диссоциации (закон разбавления Оствальда).
3. Слабые электролиты. Степень диссоциации электролита. Константа диссоциации. Связь константы диссоциации со степенью диссоциации (закон разбавления Оствальда).
4. Сильные электролиты. Активность (активная концентрация) ионов. Коэффициент активности для водных растворов электролитов.
5. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели pH и pOH.
6. Буферные растворы, их важнейшие свойства. Механизм действия буферного раствора на примере ацетатного буфера.
7. Буферные растворы, их важнейшие свойства. Буферная емкость. Как увеличить буферную емкость раствора?
8. Гидролиз солей. Типы гидролиза. Необратимый гидролиз. Составление уравнений реакций гидролиза в полном и сокращенном ионном виде.
9. Понятие о произведении растворимости. Для каких веществ применяется это понятие?
10. Идеальные растворы. Законы Рауля для давления насыщенного пара растворителя над раствором и для температур кипения и замерзания разбавленных растворов. Осмотическое давление, закон Вант-Гоффа.

#### Строение атома

1. Описание поведения электрона в атоме с позиций квантовой механики. Квантовые числа. Энергетические уровни, подуровни, понятие орбитали.
2. Энергетическая последовательность атомных орбиталей многоэлектронного атома. Правила заполнения атомных орбиталей электронами.
3. Состояние электронов в многоэлектронных атомах. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип минимума энергии.
4. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура Периодической системы и ее связь со строением атомов. Электронные семейства s-, p-, d- и f-элементов, их особенности и положение в Периодической системе.
5. Изменение радиусов атомов с ростом заряда ядра  $Z$  в периоде и группе (главных и побочных подгруппах). d- и f-Сжатия.
6. Энергия ионизации элемента. Изменение энергии ионизации в периоде, главных и побочных подгруппах.
7. Характеристики атомов: орбитальный радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону. Электроотрицательность. Изменение этих характеристик в периоде и группе.
8. Энергетические характеристики атома – энергия ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Изменение энергии ионизации и сродства к электрону в периоде и группе (в главных и побочных подгруппах) и связанное с этим изменение окислительно-восстановительных свойств элементов.

#### Химическая связь

1. Типы химической связи. Ковалентная (полярная и неполярная) связи. Ионная связь. Свойства и различия ковалентной и ионной связей. Степень ионности. Примеры соединений с указанными типами химических связей.
2. Ковалентная химическая связь: основные характеристики и свойства ковалентной связи.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи.
3. Свойства ковалентной связи в рамках МВС: направленность, насыщаемость, полярность.
4. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования ковалентной связи. Валентность атомов с позиций МВС. Чему равна максимальная валентность элементов второго периода.
5. Теория гибридизации атомных орбиталей. Условия, определяющие возможность гибридизации. Основные типы гибридизации s- и p-орбиталей. Геометрия молекул и валентные углы (привести примеры).
6. Основные положения теории гибридизации атомных орбиталей. Возможные пространственные конфигурации молекул в случае  $sp$ -,  $sp^2$ -,  $sp^3$ -,  $d^2sp^3$ -гибридизации атомных орбиталей центрального атома.
7. Понятие о гибридизации атомных орбиталей. Геометрия молекул и валентные углы на примере молекул  $CH_4$ ,  $NH_3$  и  $H_2O$ .

8. Какие условия определяют возможность гибридизации? Гибридизация каких орбиталей реализуется в молекулах  $\text{BeH}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{PF}_6$ ? Почему при образовании октаэдра ( $d^2sp^3$ -гибридизация) участвуют только две d-орбитали?

9. Полярная и неполярная ковалентная связь. Дипольный момент молекулы. Полярность связи и полярность молекулы на примере  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NF}_3$  (с позиций метода валентных связей).

10. Полярность ковалентной связи. Дипольный момент связи и дипольный момент молекулы. Факторы, влияющие на дипольный момент молекулы.

11. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Схема молекулярных орбиталей и кратность связи для молекулы  $\text{CO}$ .

12. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Строение, порядок связи и магнитные свойства молекул и молекулярных ионов с позиций ММО.

13. Энергетические схемы распределения электронов на молекулярных орбиталях двухатомной гомоядерной молекулы, кратность связи, магнитные свойства молекул с позиций метода молекулярных орбиталей (ММО) на примере элементов первого и второго периодов.

#### Координационные соединения

1. Координационная теория Вернера. Пространственное строение и изомерия комплексных соединений.

2. Координационные соединения. Структура соединений, координационное число, лиганды. Природа химической связи в координационных соединениях. Устойчивость соединений в растворах, константа устойчивости, константа нестойкости.

3. Химическая связь в координационных соединениях с позиций теории кристаллического поля. Энергетическое расщепление электронов d-подуровня и факторы, влияющие на параметр расщепления.

4. Строение комплексных соединений в рамках метода МВС.

5. Теория кристаллического поля для описания связи в комплексных соединениях, основные положения. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Строение комплексных соединений в рамках метода ТКП.

6. Модель описания химической связи в координационных соединениях и схемы молекулярных орбиталей в рамках метода молекулярных орбиталей (ММО).

#### Химия элементов

##### S-элементы.

IA и IIA-группы: металлы – простые вещества, физические свойства. Взаимодействие с водой, водородом, неметаллами, кислотами. Бинарные соединения щелочных металлов: гидриды, нитриды, оксиды, супероксиды. Особенности химии лития. Особенности химии бериллия.

Водород. Химические и физические свойства простого вещества. Классификация, свойства и получение гидридов. Водородная связь.

##### P-элементы

1. Положение в ПСХЭ. Металлы, неметаллы.

2. Степени окисления p-элементов: высшие, низшие. Изменение устойчивости высшей степени окисления атомов в подгруппе.

3. Окислительно-восстановительные свойства p-элементов: изменение в периоде, в подгруппе.

4. Кислотно-основные свойства p-элементов: изменения в периоде, в подгруппе. Проявление кислотно-основных свойств гидроксидов одного и того же элемента, находящегося в разных степенях окисления.

5. Различия свойств p-элементов второго и третьего периодов.

6. Элементы IIIA-группы. Характеристика физических и химических свойств простых веществ. Оксиды, гидроксиды: получение, свойства, характерные реакции. Бинарные соединения бора: диборан, нитрид, галогениды. Их строение, свойства. Борная кислота, её свойства: основность, характерные реакции, соли – ортобораты, тетрабораты. Алюминий: получение, амфотерные свойства металла, его оксида и гидроксида: взаимодействие с кислотами, с основными оксидами и щелочами в растворе и при сплавлении. Метаалюминаты, ортоалюминаты, гидроксокомплексы. Галлий, индий, таллий: распространенность, получение, тенденции в проявлении химических свойств.

7. Элементы IVA-группы. Характеристика физических и химических свойств простых веществ. Оксиды, гидроксиды: получение, свойства, характерные реакции. Углерод: аллотропные модификации, валентные возможности, степени окисления. Карбиды, виды, получение и свойства карбидов. Оксиды углерода, их свойства и получение. Угольная кислота. Карбонилы металлов. Кремний: распространенность в природе, получение. Диоксид кремния: строение, свойства. Кремниевая кислота и её соли. Адсорбционные свойства силикатов. Германий, олово, свинец: распространенность в природе, основные способы получения. Проявляемые степени окисления. Взаимодействие с кислотами-окислителями и щелочами.

8. Элементы VA-группы. Характеристика физических и химических свойств простых веществ. Оксиды, гидроксиды: получение, свойства, характерные реакции. Азот: основные степени окисления, валентность, свойства простого вещества. Нитриды: получение, виды, гидролиз. Аммиак: строение молекулы, свойства вещества. Кислородсодержащие соединения азота: оксиды, кислоты, соли. Азотная кислота: взаимодействие с металлами и неметаллами. Фосфор: основные степени окисления, валентность. Получение, аллотропные модификации. Фосфин, фосфиды. Галогенангидриды, способность к гидролизу. Кислоты фосфора. Подгруппа мышьяка.

9. Элементы VIA-группы. Кислород, озон, характеристика простых веществ, свойства. Классификация оксидов. Пероксид водорода: строение, свойства, получение. Сера: основные степени окисления, валентность, свойства простого вещества. Аллотропные модификации. Сероводород, сульфиды: строение, свойства, получение. Классификация сульфидов. Кислородсодержащие кислоты серы: строение, свойства. Серная кислота: концентрированная, разбавленная. Взаимодействие с металлами и неметаллами. Подгруппа селена: характеристика простых веществ, основные свойства.

10. Элементы VIIA-группы: степени окисления, валентность. Получение, характеристика физических и химических свойств простых веществ. Галогенводороды: получение, свойства, тенденция изменения свойств при движении сверху вниз по подгруппе. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли: свойства, термодинамическая и термическая устойчивость.

d-элементы.

Положение переходных металлов в ПСХЭ. Отличия переходных металлов от типичных. Изменение физических свойств переходных металлов в зависимости от радиуса и электронного строения их атомов. Причины комплексообразования у d-элементов. Характерные степени окисления элементов 3d- и 4d, 5d- рядов. Изменение устойчивости высшей степени окисления d-элементов в подгруппе. Кислотно-основные свойства d-элементов.

VIB- подгруппа: хром, молибден, вольфрам. Физические свойства металлов. Изменение химической активности в подгруппе: взаимодействие металлов с минеральными кислотами, с кислотами-окислителями, кислородом, галогенами. Свойства соединений этих элементов в степенях окисления +2, +3, +6. Получение хрома, молибдена, вольфрама.

VIB- подгруппа: марганец, технеций, рений. Физические свойства металлов. Изменение химической активности в подгруппе: взаимодействие металлов с минеральными кислотами, с кислотами-окислителями, кислородом, галогенами. Соединения марганца в степенях окисления +2, +3, +4, +6, +7.

VIB- подгруппа. Семейство железа: железо, кобальт, никель. Физические свойства металлов. Изменение химической активности в семействе: взаимодействие металлов с минеральными кислотами, с кислотами-окислителями, кислородом, галогенами. Абсорбция газообразного водорода. Основные степени окисления, тенденция изменения устойчивой степени окисления в семействе. Комплексные соединения железа, кобальта, никеля. Карбонилы. Соединения этих элементов в степенях окисления +2, +3, +6, свойства этих соединений.

## Критерии оценивания

Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации на экзамене:

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Методические рекомендации для оценивания результатов устного экзамена:

Экзамен проводится в устной форме. В предложенном студенту билете - два теоретических вопроса и одна задача.

Опрос студента на экзамене не должен превышать одного академического часа.