

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной  
безопасности**

Авторы-составители: **Зубарев Михаил Павлович**  
**Шульгина Наталья Павловна**  
**Байбародских Даниил Владимирович**  
**Котомцева Марина Геннадьевна**  
**Красновских Марина Павловна**

Рабочая программа дисциплины

**ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ**

Код УМК 64191

Утверждено  
Протокол №4  
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Химия элементов

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)  
направленность Прикладная химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Химия элементов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

#### **04.03.01 Химия (ПБ) (направленность : Прикладная химия)**

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

##### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

**ОПК.4** Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

##### **Индикаторы**

**ОПК.4.1** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Прикладная химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2,3
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	12
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	432
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	168
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	126
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	264
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (9)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (2 триместр) Экзамен (3 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Химия элементов. Введение

В первом семестре изучаются базовые вопросы связанные со строением химических соединений. Рассматриваются свойства химических элементов кислорода и водорода и их соединений, важнейшим из которых является вода. Изучаются элементы главных подгрупп VII и VIII групп периодической системы и их соединения. Рассматриваются вопросы, связанные со свойствами химических соединений.

#### 1. Химическая связь.

Взаимодействие атомов. Причины образования химической связи. Природа химической связи. Молекула водорода и методы ее опи-сания. Метод валентных связей (ВС) и метод молекулярных орбиталей (МО). Приближение ЛКАО. Перекрытие атомных орбиталей, сигма и пи- связи, порядок (кратность) связи. Характеристики химической связи - энергия, длина, полярность. Химическая связь в частицах  $H_2$ ,  $H_2^+$  и  $H_2^-$  с позиций методов МО и ВС. Химическая связь в гомоядерных двухатомных молекулах эле-ментов второго периода с позиций методов МО и ВС. Схемы МО для молекул начала и конца второго периода. Изменение порядка связи, энергии связи, длины связи при переходе от  $Li_2$  к  $Ne_2$ . Особенности молекул  $B_2$  и  $O_2$ . Прочность связи в молекуле  $N_2$ . Гетероядерные двухатомные молекулы элементов второго периода. Схемы МО для  $NF$ ,  $CO$ ,  $CN$ ,  $OF$ . Метод ВС и гибридизация орбиталей. Валентное состояние атома. Ковалентная связь в мнагоатомных молекулах. Донорно-акцепторное взаимодействие. Локализованная и делокализованная связь. Электроннодефицитные и электронноизбыточные молекулы. Трехцентровые связи. Направленность и насыщаемость химической ковалентной связи. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки и пространственная структура молекул. Химическая связь и типы кристаллов. Основы зонной теории. Связь в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Дефекты кристаллической решетки. Твердые растворы. Ионная связь. Взаимодействие ионов в кристаллической решетке. Энергия ионной кристаллической решетки, влияние размеров и зарядов ионов. Межмолекулярные взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Дисперсионное, диполь-дипольное и другие виды межмолекулярных взаимодействий.

#### 2. Водород. Гидриды.

Проблема размещения водорода в Периодической системе.

Свойства водорода, характерные как для элементов неметаллов (легкий аналог галогенов), так и для элементов металлов (легкий аналог щелочных элементов).

Особенности строения атома водорода. Изотопы водорода: протий, дейтерий и тритий. Значение изотопов водорода для ядерной техники. Распространенность водорода, формы его нахождения в природе. Валентные состояния водорода. Размеры атома и ионов.

Молекулярный водород, физические и химические свойства. Атомарный водород. Проблема металлоподобного водорода. Лабораторные и промышленные способы получения водорода. Хранение водорода. Техника безопасности при работе с водородом. Применение водорода.

Гидриды соединения водорода с металлами и неметаллами. Гидриды с ковалентным, ионным и промежуточными типами связей. Водородная связь, ее влияние на строение и свойства водородсодержащих соединений. Гидриды с трехцентральной связью. Растворимость водорода в металлах, водородная хрупкость металлов. Химические аккумуляторы водорода (сплав "лантан никель 5"). Физические и химические свойства гидридов. Получение и применение гидридов.

#### 3. Кислород. Оксиды, пероксиды, надперксиды, озониды.

Кислород. Строение атома, молекулы (МВС и ММО), физические и химические свойства кислорода. Получение и применение кислорода. Оксиды металлов и неметаллов, гидроксиды, кислородсодержащие кислоты. Пероксиды, надпероксиды и озониды, их получение и свойства. Строение  $O_2$  и  $O_2^{2-}$  по методу МО. Озон, получение и свойства. Роль озона в биосфере. Диоксигенилы. Получение. Свойства.

#### 4. Вода как важнейшее химическое соединение.

Вода как важнейшее соединение водорода. Роль воды в биосфере и геосфере. Строение молекулы воды. Ассоциация молекул воды за счет водородных связей. Цепная реакция синтеза воды. Разложение воды под действием радиации (радиолиз) с образованием радикалов гидроксила, пероксида водорода, молекулярного кислорода, гидратированного электрона. Физические и химические свойства обычной и тяжелой воды. Термическая диссоциация воды.

Мировой океан. Дефицит пресной воды. Проблемы опреснения и очистки воды. Аномалии свойств воды. Диаграмма состояния воды. Лед и его структура. Химически связанная вода. Клатраты, аквакомплексы.

#### 5. Комплексные соединения.

Основные понятия химии комплексных соединений: центральный атом и его координационное число; лиганды, дентатность, донорный атом, внутренняя и внешняя координационные сферы. Понятие о классификации комплексных соединений. Номенклатура и изомерия комплексных соединений.

Химическая связь в комплексных соединениях. Теории строения комплексных соединений.

Достоинства и недостатки метода валентных связей (МВС).

Теория кристаллического поля (ТКП). Симметрия d-орбиталей. Изменение энергии d-орбиталей в сферическом, октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Сильное и слабое поле лигандов, энергия расщепления, энергия спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем (ЭСКП).

Влияние на величину расщепления природы

центрального атома (заряда, радиуса, электронной конфигурации), природы, числа и расположения лигандов. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов, плоскоквадратные комплексы. Метод молекулярных орбиталей (ММО). Энергетическая диаграмма молекулярных

орбиталей октаэдрического комплекса без и с  $\pi$ -связыванием:  $\pi$ -донорные и  $\pi$ -акцепторные лиганды.

Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений. Константы устойчивости.

Типы реакций комплексных соединений: лигандный обмен; перенос протона и электрона; влияние центрального атома на химическое поведение лигандов. Хелатный эффект. Эффект трансвлияния.

#### 6. Галогены и их соединения.

Подгруппа галогенов. Закономерности в изменении электронной конфигурации, величин радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательность, характерных степеней окисления атомов галогенов. Различие энергии 3s-3p, 4s-4p и 5s-5p орбиталей и свойства галогенов. Особенности фтора. Аналогия фтор - водород, изоэлектронные ионы F<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>. Строение молекул галогенов (МО ЛКАО), межмолекулярное взаимодействие и физические свойства простых веществ. Применение галогенов.

Взаимодействие галогенов с металлами и неметаллами. Закономерности изменения типа химической связи и свойств галогенидов элементов I-VI групп Периодической системы. Гомо- и гетеролитические пути разрыва связи в молекулах галогенов (взаимодействие с водородом, углеводородами).

Строение молекул (МО ЛКАО) и физические свойства (энергия диссоциации, дипольный момент, температуры плавления и кипения) галогеноводородов. Способы получения. Система HCl - H<sub>2</sub>O.

Закономерности в изменении кислотных и восстановительных свойств галогеноводородных кислот.

Взаимодействие галогенов с водой: сольватация и клатратообразование, гетеролитическое разложение, термодинамические и кинетические факторы, определяющие состав продуктов взаимодействия галогенов с водой. Кислородные соединения галогенов. Закономерности в строении и свойствах оксидов. Способы получения. Изменение строения и свойств (термическая устойчивость,

окислительные, кислотно-основные свойства) кислородных кислот галогенов по ряду НГО - НГО<sub>2</sub> - НГО<sub>3</sub> - НГО<sub>4</sub>. Вторичная периодичность в ряду галогенов. Сопоставление устойчивости и окислительных свойств кислородных кислот галогенов с помощью диаграмм ВЭ-СО. Порядок взаимного вытеснения галогенов из галогеноводородных, кислородосодержащих кислот и их солей. Межгалогенные соединения (МГС). Типы, строение молекул в приближении метода ВС. Катионные и анионные формы гомоатомных МГС. Энергия связи, строение (модель Гиллеспи) и термическая устойчивость гетероатомных МГС. Аналогия в химических свойствах МГС и простых веществ Г<sub>2</sub>: взаимодействие с водой, окисление металлов, автоионизация. Катионные и анионные формы гетероатомных МГС. Применение МГС.

## 7. Благородные газы

Особенности электронного строения атомов инертных газов. Неустойчивость двухатомных молекул инертных газов (на примере гелия, метод МО). Физические свойства инертных газов. Нахождение инертных газов в природе, способы разделения их смесей. Основные вехи истории открытия соединений инертных газов (Б.А. Никитин, Н. Бартлетт). Дифторид, тетрафторид, гексафторид ксенона. Триоксид ксенона. Перксенатион. Трехцентровая четырехэлектронная связь в соединениях инертных газов. Окислительные свойства фторидных и кислородных соединений ксенона. Положение фторидов ксенона в ряду известных фторокислителей. Фторидные соединения радона и криптона. Применение инертных газов и их соединений как фторокислителей и в радиохимии для улавливания летучих соединений осколочных элементов.

## Химия элементов. Продолжение.

Во втором семестре продолжается рассмотрение химии р-элементов главных подгрупп: подгруппа серы, азот, фосфор, подгруппа мышьяка, элементы IV и III главных подгрупп.

Рассматриваются s-элементы. Заканчивается семестр рассмотрением свойств d- и f-элементов и их соединений.

## 8. Элементы подгруппы серы и их соединения

Общая характеристика элементов подгруппы серы. Распространенность, формы нахождения в природе элементов подгруппы серы (самородная сера, сульфаты, халькогениды металлов, органические соединения, содержащие серу). Биологическая роль селена. Полоний радиоактивный элемент-металл. Изменение характерных валентных состояний в ряду кислород - теллур.

p – p и p – d связывание, особенности катенации в ряду кислород теллур.

Аллотропные и полиморфные модификации серы, диаграмма состояний серы. Соединения серы с металлами и неметаллами. Применение серы.

Водородные соединения серы, селена, теллура, химические и физические свойства, получение и применение. Изменение строения, термической и окислительновосстановительной устойчивости, термодинамических характеристик в ряду вода сероводород селеноводород теллуrowодород (длина связи, валентный угол, дипольный момент, условия фазовых переходов). Изменение кислотноосновных свойств водных растворов водородных соединений в том же ряду. Многосернистый водород, получение и свойства (полисульфаны). Токсичность водородных соединений серы, селена, теллура. Правила техники безопасности при работе с ними.

Халькогениды металлов (сульфиды, селениды, теллуриды), получение и свойства. Гидросульфиды и полисульфиды металлов. Сульфиды металлов как важнейшее минеральное сырье. Использование халькогенидов металлов в качестве полупроводников.

Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (IV). Способы получения, строение и свойства оксидов (IV) элементов подгруппы серы. Изменение термической устойчивости и окислительновосстановительных свойств в ряду оксид серы (IV) (сернистый газ) оксид селена (IV)

оксид теллура (IV). Сернистая кислота, строение, получение, свойства. Сульфиты и гидросульфиты, термическая устойчивость, окислительно-восстановительные свойства, гидролиз в водных растворах. Таутомерия гидросульфитона. Сравнение свойств сернистой, селенистой и теллуристой кислот и их солей.

Хлористый тионил галогенангидрид сернистой кислоты, получение, строение, свойства.

Тиосернистая, тиосерная, гидросернистая, политионовые кислоты состав, свойства. Получение, строение и свойства тиосульфата натрия. Гомоядерные цепи в политионатах.

Кислородные соединения серы, селена, теллура со степенью окисления (VI). Изменение термической устойчивости и термодинамических характеристик оксидов (VI) элементов в ряду сера теллур. Оксид серы (VI) (серный ангидрид), его строение, физические и химические свойства. Физикохимические параметры процесса получения серного ангидрида окислением сернистого газа кислородом.

Серная кислота важнейшая из минеральных кислот, ее применение. Строение и свойства серной кислоты. Основные принципы промышленных методов получения серной кислоты контактного и нитрозного. Нитрозилсерная кислота. Олеум. Сульфаты и гидросульфаты. Влияние природы катиона элементаметалла на термическую устойчивость сульфатов.

Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей. Особенности состава и строения теллуровой кислоты. Проявление вторичной периодичности в свойствах кислородных соединений элементов подгруппы серы.

Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости серной и сернистой кислот.

Замещение в  $H_2SO_4$ : концевго атома кислорода на серу (тиосульфаты), пероксогруппу (моно и диасерная кислоты), гидроксильной группы на мостиковый кислород (пиросульфат и полисульфаты), на галоген ( $SO_2Cl_2$ ,  $HSO_3F$ ).

Сравнение химических свойств элементов шестнадцатой и шестой групп Периодической системы.

### **9. Элементы V главной подгруппы (азот, фосфор, подгруппа мышьяка) и их соединения**

Азот и фосфор типические (по Менделееву) элементы пятнадцатой группы. Закономерное усиление металлических свойств от азота и фосфора к элементам подгруппы мышьяка.

Азот и его соединения. Фосфор и его соединения.

Элементы подгруппы мышьяка

мышьяк, сурьма, висмут

Общая характеристика элементов подгруппы мышьяка. Особенности химических свойств мышьяка, сурьмы, висмута как постпереходных элементов.

Сопоставление состава, строения, характера химической связи, кислотноосновных и окислительно-восстановительных свойств, термодинамических характеристик однотипных соединений элементов пятнадцатой группы (простых веществ, гидридов, галогенидов, оксидов, кислородсодержащих кислот).

Сравнение химических свойств элементов пятнадцатой и пятой групп Периодической системы.

#### **Азот и его соединения**

Общая характеристика азота. Распространенность и нахождение азота в природе (воздух, органические азотсодержащие соединения, селитры, нитриты). Строение молекулы азота (методы МО и ВС).

Уникальные физические и химические свойства молекулярного азота. Энергия тройной, двойной и одинарной связи азот азот. Сопоставление энергетических характеристик связей азот азот, углерод азот, углерод углерод. Получение азота в лаборатории и промышленности. Применение молекулярного азота.

Современные методы связывания атмосферного азота (синтез аммиака, оксида азота (II), цианамид кальция, нитрогенильных комплексов).

Аммиак. Строение, физические и химические свойства. Получение аммиака в лаборатории. Сжигание аммиака. Физикохимические условия промышленного синтеза аммиака. Катализаторы синтеза аммиака. Равновесие взаимодействия аммиака с водой. Гидраты аммиака. Проблема существования гидроксида аммония. Соли аммония, их получение и свойства. Строение иона аммония. Термическая устойчивость солей аммония производных важнейших минеральных кислот. Гидролиз солей аммония. Применение аммиака и солей аммония. Аммиакаты как пример комплексных азотсодержащих соединений. Нитриды с ионной, ковалентной связью, металлоподобные нитриды. Гидразин и гидроксилламин, состав и свойства. Сравнение основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидроксилламина. Азотистоводородная кислота и ее соли (азиды). Галогениды азота, их свойства. Кислородные соединения азота. Природа связи азот-кислород. Состав, строение и закономерности в изменении свойств оксидов азота:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_4$ ,  $N_2O_5$  (дипольный момент, межмолекулярное взаимодействие, взаимодействие с водой, термическая устойчивость, кислотные свойства). Получение оксидов азота. Схема МО для  $NO$ , сопоставление свойств  $NO$  и  $NO^+$ . Радикальные реакции  $NO$  (взаимодействие с  $O_2$ ,  $Cl_2$ ),  $NO_2$  (реакции нитрования органических веществ). Анионные ( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ) и катионные ( $NO^+$ ,  $NO_2^+$ ) формы оксидов азота (III), (V). Диспропорционирование оксидов азота (III), (IV) в кислой и щелочной средах, полярных и неполярных растворителях. Синтез безводных нитратов элементов металлов. Термическое разложение нитратов натрия, серебра, свинца. Получение, сопоставление строения и свойств азотистой  $HNO_2$  и азотной  $HNO_3$  кислот: устойчивость, кислотные и окислительно-восстановительные свойства водных растворов. Зависимость состава продуктов взаимодействия азотной кислоты с металлами от концентрации кислоты и природы металла. Нитриты и нитраты, получение, свойства, их роль в технике. Гипоазотистая кислота  $(HNO)_2$ .

### **Фосфор и его соединения**

Общая характеристика фосфора. Распространенность фосфора и формы его нахождения в природе (фосфаты элементов металлов — фосфориты, апатиты, монацит; фосфорсодержащие органические соединения — нуклеиновые кислоты и др.). Валентные состояния фосфора. Аллотропные модификации фосфора. Условия стабильности белого и красного фосфора. Строение белого и красного фосфора, физические и химические свойства. Свечение фосфора. Взаимодействие фосфора с металлами и неметаллами. Получение и применение красного и белого фосфора в промышленности. Водородные соединения фосфора. Способы получения фосфина. Соли фосфония, их термическая и гидролитическая устойчивость. Фосфины металлов, получение, свойства. Типы химической связи в фосфидах металлов и неметаллов. Инсектофунгициды и полупроводниковые материалы на основе фосфидов. Галогениды фосфора, оксогалогениды. Особенности строения  $PCl_5$  и  $PCl_3$ ,  $PBr_5$  и  $PBr_3$ . Неорганические полимеры на основе галогенидов фосфора (фосфонитрилхлорид). Кислородные соединения фосфора — оксиды, кислородсодержащие кислоты. Оксид фосфора (III), получение, строение молекулы, свойства. Фосфористая кислота, получение, строение, свойства. Фосфиты. Фосфорноватистая кислота, получение, строение, свойства. Гипофосфиты. Фосфорноватая кислота, ее соли. Оксид фосфора (V), получение, строение молекулы, свойства. Получение и взаимные переходы орто-, ди(пиро) и метафосфорной кислот. Строение и свойства фосфорных кислот и их солей. Аналитические методы их идентификации. Гидролиз фосфатов. Полиметафосфаты. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости кислородсодержащих кислот фосфора (I), (III), (V). Фосфорные удобрения и моющие средства на основе фосфатов. Роль производных фосфорной кислоты в биологических процессах. Протонные проводники на основе кислых фосфатов.

### **Элементы подгруппы мышьяка и свойства их соединений**

Общая характеристика элементов подгруппы мышьяка. Особенности химических свойств мышьяка, сурьмы, висмута как постпереходных элементов. Склонность элементов подгруппы мышьяка к образованию химической связи с серой. Минералы мышьяка (реальгар, аурипигмент), сурьмы (сурьмяный блеск), висмута (висмутовый блеск). Получение мышьяка, сурьмы, висмута из природного сырья. Физические и химические свойства, применение мышьяка, сурьмы, висмута. Сплавы сурьмы и висмута, сплав Вуда.

Валентные состояния мышьяка, сурьмы и висмута. Изменение устойчивости соединений, содержащих элементы подгруппы мышьяка в степени окисления (III) и (V).

Важнейшие соединения мышьяка (V) и (III): оксиды (V) и (III), мышьяковая и мышьяковистая кислоты, арсенаты и арсениты. Сульфиды и тиосоли мышьяка (V) и (III). Проявление амфотерных свойств соединениями мышьяка. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств одготипных соединений мышьяка (V) и (III).

Кислородные соединения сурьмы: оксиды (V) и (III), сурьмяная и сурьмянистая кислоты, антимонаты и антимониты. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений сурьмы (V) и (III). Состояние сурьмы (V) и (III) в водных растворах. Галогениды сурьмы (V) и (III), их гидролиз. Сульфиды и тиосоли сурьмы (V) и (III).

Важнейшие соединения висмута (III) оксид и гидроксид, соли и оксосоли, сульфид висмута (III). Состояние висмута (III) в водных растворах. Соединения висмута (V) висмутаты, их получение и свойства сильнейших окислителей.

Водородные соединения мышьяка, сурьмы и висмута, получение, строение, свойства. Арсениды, антимониды, висмутиды. Получение, свойства.

Применение соединений элементов подгруппы мышьяка в промышленности. Токсичность соединений мышьяка, сурьмы, висмута.

Сопоставление состава, строения, характера химической связи, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств, термодинамических характеристик одготипных соединений элементов пятнадцатой группы (простых веществ, гидридов, галогенидов, оксидов, кислородсодержащих кислот).

Сравнение химических свойств элементов пятнадцатой и пятой групп Периодической системы.

### **10. Элементы IV главной подгруппы (углерод, кремний, подгруппа германия) и их соединения**

Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Основные природные соединения, принципы получения из них углерода, кремния, германия, олово, свинца. Применение простых веществ. Физические и химические свойства простых веществ: взаимодействие с разбавленными и концентрированными растворами HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, металлами, неметаллами.. Полупроводниковые свойства кремния и германия. Прочность Э–Э, Э–Н, Э–Г (Г – галоген) и Э–О связей. Фазовые диаграммы простых веществ. Особенности катенации, характерные степени окисления и координационные числа в ряду C–Si–Ge–Sn–Pb. Алмаз, графит, карбин, фуллерены — полиморфные формы углерода. Соединения включения графита.

Водородные соединения элементов 14-ой группы. Различие в реакционной способности углеводородов и силанов. Кислородные соединения элементов 14-ой группы. Молекулы CO и CO<sub>2</sub>: получение, сопоставление строения (МО ЛКАО, МВС), физических (энергия диссоциации, дипольный момент, температура фазовых переходов) и химических (взаимодействие с H<sub>2</sub>O, металлами, окислительно-восстановительные свойства, CO и CO<sub>2</sub> как лиганды) свойств. Карбонилы металлов. Сопоставление строения и свойств HCOOH и H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Термодинамическая устойчивость карбонатов. Строение и свойства  $\text{SiO}_2$ . Сопоставление строения и свойств  $\text{CO}_2$  и  $\text{SiO}_2$ , карбонатов и силикатов. Основные типы структур силикатов. Галогениды углерода и карбонил-галогенид. Тетрагалогениды кремния, гексафторокремниевая кислота. Строение и свойства дигалогенидов и тетрагалогенидов германия, олова и свинца. Строение и свойства циановодорода, родановодорода и их производных. Азотсодержащие соединения элементов 14-ой группы: псевдогалогены (дициан  $(\text{CN})_2$ , диродан  $(\text{SCN})_2$  и псевдогалогениды (цианид  $\text{CN}$ , цианат  $\text{OCN}$ , тиоцианат  $(\text{SCN})$ ). Сульфиды германия, олова и свинца.

Закономерности в изменении строения и химических свойств оксидов и гидроксидов  $\text{Ge}$ ,  $\text{Sn}$  и  $\text{Pb}$  (термодинамическая устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства). Диаграммы Фроста.

### **11. Элементы III (бор, алюминий и подгруппа галлия) главной подгруппы и их соединения**

Бор и алюминий как типичные элементы подгрупп галлия и скандия. Выбор альтернативного варианта. Преимущества и недостатки рассмотрения химии бора и алюминия как предшественников элементов подгрупп скандия и галлия.

#### **Бор**

Общая характеристика бора. Причина преобладания у бора неметаллических свойств. Минералы бора (тинкал, гидроборацит, колеманит). Изотоп  $^{10}\text{B}$ . Использование бора в ядерной энергетике.

Модификации бора простого вещества. Получение бора, его физические и химические свойства.

Соединения бора с металлами и неметаллами. Карбид бора  $\text{B}_4\text{C}$  конкурент алмаза. Нитрид бора, гексагональный и кубический (боразон). Галогениды бора. Неорганические полимеры на основе соединений бора. Тетрафтороборная кислота, ее соли. Боразол – аналог бензола.

Получение, строение, свойства диборана (трехцентровая двухэлектронная связь). Гомологические ряды гидридов бора:  $\text{B}_n\text{H}_{n+4}$  и  $\text{B}_n\text{H}_{n+6}$ . Гидридобораты и бориды металлов.

Кислородные соединения бора. Оксид бора (III). Борные кислоты, их соли. Получение, строение буры, ее гидролиз. Переработка буры в борную кислоту. Сложные эфиры борной кислоты.

Применение соединений бора.

#### **Алюминий**

Общая характеристика алюминия. Минералы алюминия (боксит, нефелин, каолин). Переработка боксита в оксид алюминия. Роль алюмосиликатов в неживой природе (цеолиты, глины).

Производство металлического алюминия. Физические и химические свойства алюминия. Сплавы алюминия, их применение.

Оксид алюминия (III):  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Искусственные рубины. Гидроксид алюминия, "старение" за счет процессов оляции и оксоляции. Строение и свойства алюминатов, полученных методом твердофазного синтеза и в водных растворах. Полиалюминат натрия,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – суперионный проводник. Гидролиз солей алюминия и алюминатов. Комплексные соединения и двойные соли алюминия. Получение и строение безводных галогенидов алюминия. Диагональное сходство свойств соединений бериллия и алюминия. Разделение смесей бериллия и алюминия путем осаждения квасцов, получения карбонатных или фторидных комплексов и методом возгонки оксоацетата бериллия.

Гидрид алюминия и гидридоалюминаты щелочных элементов. Применение соединений алюминия.

Элементы подгруппы галлия – галлий, индий, таллий

Общая характеристика элементов подгруппы галлия. Специфика свойств соединений галлия, индия, таллия как постпереходных элементов металлов. Галлий, индий, таллий – рассеянные элементы.

Извлечение галлия, индия, таллия из отходов производства алюминия и цветных металлов. Физические и химические свойства металлических галлия, индия, таллия, их получение и применение.

Валентные состояния элементов подгруппы галлия. Изменение устойчивости соединений, содержащих галлий, индий, таллий в степени окисления (III) и (I). Способы получения одно и трехвалентных галлия,

индия, таллия. Особенности окислительно-восстановительных свойств соединений таллия. Сходство соединений таллия (I) и соединений рубидия (I), с одной стороны, и серебра (I) с другой. Амфотерность оксидов и гидроксидов трехвалентных галлия, индия, таллия. Соли и комплексные соединения галлия, индия, таллия. Применение соединений галлия, индия, таллия в полупроводниковой технике. Арсенид галлия как основа нового поколения полупроводников. Токсичность таллия. Сравнение химических свойств элементов тринадцатой и третьей групп Периодической системы.

## 12. Элементы I и II главных подгрупп

Элементы 1-ой группы: литий, натрий, калий, рубидий, цезий и франций. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации атомов. Особенности лития. Энергия кристаллической решетки, физические и химические свойства простых веществ. Особенности взаимодействия щелочных металлов с водой по ряду литий — цезий. Закономерности в строении и свойствах (термическая устойчивость, кислотно-основные свойства) основных типов соединений: оксидов, пероксидов, гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Особенности комплексных соединений щелочных элементов. Получение щелочных металлов из природных соединений. Применение щелочных металлов и их соединений.

Элементы 2-ой группы: бериллий, магний, кальций, стронций, барий. Изменение электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации атомов. Особенности бериллия. Получение простых веществ из природных соединений. Гидроксиды бериллия и магния: строение, кислотно-основные свойства, реакции протолиза и конденсации ионов Be (II) и Mg (II). Карбонаты бериллия и магния. Оксоацетат бериллия. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений щелочноземельных элементов: оксидов, гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Комплексные соединения элементов 2-ой группы. Диагональное сходство литий — магний; диагональное сходство бериллий — алюминий. Применение бериллия, магния и щелочноземельных элементов.

## 13. Триада железа

Целесообразность "триадного" рассмотрения свойств элементов восьмой побочной подгруппы. Триада железа (железо, кобальт, никель). Платиновые элементы (триады рутения и осмия).

Триада железа

Общая характеристика железа, кобальта, никеля. Минералы железа (магнетит, гематит, сидерит, пирит), кобальта (кобальтин), никеля (пентландит).

Получение железа восстановлением железных руд водородом или природным газом. Доменный процесс получения чугуна. "Передел" чугуна на сталь и ковкое железо. Физические и химические свойства металлического железа. Специальные и нержавеющие стали.

Совместное присутствие кобальта и никеля в рудах. Получение кобальта и никеля из сульфидных руд. Свойства и применение металлических кобальта, никеля.

Валентные состояния элементов триады железа. Изменение устойчивости соединений с низшими (II) и высшими (VI, III) степенями окисления в ряду железо — никель.

Соединения железа в различных степенях окисления. Проблема получения железа (VIII). Ферраты как производные железа (VI). Получение и свойства ферратов. Соединения железа (III). Оксиды, содержащие ионы  $Fe^{3+}$ : оксид железа (III), смешанные оксиды. и  $Fe_2O_3$ . Соли железа (III), их гидролиз. Гидроксид железа (III). Получение и свойства ферритов, их применение. Соединения железа (II). Оксид, получение и свойства. Нестехиометрия низшего оксида железа. Гидроксид железа (II). Соли железа (II). Соль Мора. Карбонаты железа (II) (средний, кислый, основной).

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений железа со степенями окисления (II), (III), (VI).

Комплексные соединения железа (II) и (III) с неорганическими и органическими лигандами. Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные процессы в растворах, содержащих железо (II) и железо (III). Комплексные соединения железа с оксидом углерода (II) (карбонилы) и циклопентадиеном (ферроцен). Роль железа в биологических процессах (гемоглобин, питание растений).

Соединения кобальта (II) и (III). Оксиды, гидроксиды. Средние и основные соли кобальта (II). Фторид кобальта (III). Сравнение устойчивости комплексных соединений кобальта (II) и (III). Условия стабилизации кобальта (III) в комплексных соединениях, оксидах, фторидах. Карбонилы кобальта. Применение соединений кобальта.

Соединения никеля (II). Оксид, гидроксид. Соли никеля (II). Комплексные соединения никеля (II), их строение, проявление эффекта Яна Теллера. Карбонил никеля. Соединения никеля (III). Применение соединений никеля.

Принципы разделения смесей кобальта и никеля методами фракционного окисления, осаждения, сублимации.

#### **14. Платиновые металлы**

Роль отечественных ученых в изучении химии платиновых элементов (К.К. Клаус, Л.А. Чугаев, И.И. Черняев).

Общая характеристика платиновых элементов. Самородная платина. Извлечение элементов группы платиновых металлов из руд. Физические и химические свойства металлов, их применение.

Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых элементов. Соединения рутения и осмия в степени окисления (VIII). Соли родия (III) и иридия (III).

Соединения палладия (II), платины (II) и (IV). Гексахлороплатиновая кислота и ее соли. Фториды платины. Значение комплексных соединений в химии платиновых элементов. Строение и свойства комплексов платины (IV) и (II). Инертность комплексов платины, явление изомерии, эффект трансвлияния Черняева. Применение соединений платиновых элементов в химической технологии и медицине.

#### **15. Подгруппа марганца**

Сравнительная характеристика электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов элементов 7-ой и 17-ой групп.

Природные соединения, получение, физические, химические свойства и применение простых веществ элементов 7-ой группы. Диаграммы ВЭ-СО для соединений марганца, технеция и рения.

Сопоставление свойств соединений марганца с различными степенями окисления. Сравнение строения и свойств (термической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений Mn (VII)–Tc (VII)–Re (VII). Соединения рения в низких степенях окисления.

#### **16. Подгруппа хрома**

Сопоставление электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов элементов 6-ой и 16-ой групп. Сравнение химических и физических свойств простых веществ элементов 6-ой группы. Их получение из природных соединений и применение.

Сопоставление строения и свойств высших оксидов ЭО<sub>3</sub> и кислот Н<sub>2</sub>ЭО<sub>4</sub>. Комплексные соединения элементов 6-ой группы. Конденсация оксоанионов: изо- и гетерополи-

соединения. Диаграммы ВЭ-СО для соединений хрома, молибдена и вольфрама. Сопоставление кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств

соединений хрома в ряду Cr (VI)—Cr (III)—Cr (II). Пероксидные соединения. Сульфосоли (сульфидные анионные комплексы). Особенности соединений молибдена и вольфрама: «синей», «бронз». Ацетат Cr

(II); кратные связи металл–металл в соединениях хрома, молибдена, вольфрама.

### **17. Подгруппа ванадия**

Сопоставление электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, степеней окисления, координационных чисел атомов элементов 5-ой и 15-ой групп.

Природные соединения, получение, применение, физические и химические свойства простых веществ элементов 5-ой группы. Сопоставление строения и химических свойств катионных и анионных форм соединений ванадия (V) и фосфора (V). Изополисоединения: строение, зависимость состава от pH и концентрации. Диаграммы ВЭ-СО для соединений элементов 5-ой группы. Сопоставление окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений ванадия в степенях окисления II–III–IV–V. Сульфосоли (сульфидные анионные комплексы) и пероксидные соединения ванадия (V). Соединения ниобия и тантала в низких степенях окисления. Кластеры.

### **18. Подгруппа титана**

Сопоставление электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов элементов 4-ой и 14-ой групп. Природные соединения, получение и сопоставление физических и химических свойств простых веществ элементов 4-ой группы. Сопоставление строения и свойств одноподобных соединений в ряду Э(IV) — Э(III) — Э(II). Комплексные соединения. Разделение соединений циркония и гафния. Диаграмма ВЭ-СО для соединений титана. Пероксидные соединения титана. Применение титана, циркония, гафния и их соединений.

### **19. Подгруппа скандия (скандий, иттрий, лантан)**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов.

### **20. Редкоземельные элементы**

Редкоземельные элементы (РЗЭ). Лантанидное сжатие. Сравнение физических свойств простых веществ: энергий атомизации, температур фазовых переходов, оптических и магнитных свойств. Химические свойства РЗЭ. Закономерности в строении и свойствах оксидов, гидроксидов. Сходство и различие химии РЗЭ и элементов 2-ой группы. Комплексные соединения РЗЭ: координационные числа, координационные полиэдры, устойчивость. Редкоземельные элементы с переменной степенью окисления, особенности Ce(IV) и Eu(II). Разделение и применение РЗЭ.

### **22. Подгруппа цинка**

Сопоставление электронных конфигураций, радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов элементов 2-ой и 12-ой групп

Природные соединения, получение, применение, физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути. Сравнение строения и свойств оксидов, гидроксидов и галогенидов. Строение и диспропорционирование соединений Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>. Комплексные соединения: аммиакаты, галогениды, цианиды, тиоцианаты. Применение соединений цинка, кадмия, ртути.

### **21. Actinoids**

Актиний и актиниды. Закономерности в изменении электронной конфигурации, радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел актиния и актинидов. Подгруппы тория и берклия. Получение, физические и химические (взаимодействие с кислотами, щелочами, неметаллами) свойства простых веществ. Строение и свойства соединений актинил-ионов: (MO<sub>2</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup> (M = U, Np, Pu). Особенности химии тория и урана. Сходство элементов подгруппы тория с d-элементами. Использование актинидов в ядерной энергетике.

Синтез трансурановых элементов.

### **23. Медь, серебро, золото**

Сопоставление электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов элементов 1-ой и 11-ой групп. Природные соединения, получение, применение, физические и химические свойства, простых веществ.

Сопоставление строения и свойств однотипных соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды) элементов 1-ой и 11-ой групп. Особенности соединений Cu (II) и Au (III). Комплексные соединения элементов 11-ой группы

(аммиакаты, цианиды, галогениды): координационные числа, зависимость формы координационного полиэдра от электронной конфигурации центрального атома и природы лиганда. Строение и свойства соединений элементов Cu, Ag, Au в высших степенях окисления. Высокотемпературные сверхпроводники на основе сложных оксидов меди.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Неорганическая химия.учебник для вузов по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : в 3 т./ред. Ю. Д. Третьяков.-Москва:Академия,2004.Т. 2.Химия непереходных элементов/А. А. Дроздов [и др.].-2004.-368, ISBN 5-7695-1436-1.-Библиогр.: с. 361-363
2. Неорганическая химия.учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 01100 "Химия" : в 3 т./ред. Ю. Д. Третьяков.-Москва:Академия,2007.Т. 3.Химия переходных элементов/А. А. Дроздов [и др.].-2004.-352, ISBN 5-7695-3020-0
3. Зубарев М. П.,Мочалова Н. К.,Истомина В. А. Химия элементов. Лабораторный практикум:учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия"/М. П. Зубарев, Н. К. Мочалова, В. А. Истомина.- Пермь:ПГНИУ,2015, ISBN 978-5-7944-2354-9.-110.-Библиогр.: с. 99. - Справ. материалы.: с. 100-109
4. Дроздов, А. А. Неорганическая химия : учебное пособие / А. А. Дроздов. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 158 с. — ISBN 978-5-9758-1753-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/81031.html>

### Дополнительная:

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия:учебник для вузов/Н. С. Ахметов.-Москва:Высшая школа,2001, ISBN 5-06-003363-5.-743.-Библиогр.: с. 727
2. Карапетьянц М. Х.,Дракин С. И. Общая и неорганическая химия:учебник для вузов/М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин.-Москва:Химия,1993, ISBN 5-7245-0709-9.-592.
3. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия:учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия"/Я. А. Угай.-Москва:Высшая школа,2004, ISBN 5-06-003751-7.-527.
4. Спицын В. И.Неорганическая химия.учебник Ч. 2/В. И. Спицын, Л. И. Мартыненко.-Москва:Издательство Московского университета,1994, ISBN 5-211-02494-X.-624
5. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии:учебное пособие для нехимических специальностей вузов/Н. Л. Глинка ; ред.: В. А. Рабинович, Х. М. Рубина.-Москва:Интеграл-пресс,2006, ISBN 5-89602-015-5.-240.
6. Неорганическая химия.учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 01100 "Химия" : в 3 т./ред. Ю. Д. Третьяков.-Москва:Академия,2007.Т. 3.Химия переходных элементов/А. А. Дроздов [и др.].-2004.-400, ISBN 5-7695-2533-9.-Библиогр.: с. 391-398

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.ru/rus/handbook/redox/welcome.html> Окислительно-восстановительные потенциалы элементов

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/aleshin/welcome.html> Сборник методик повышенной сложности синтеза неорганических веществ

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4> wiki

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/spiridonov/welcome.html> Химия халькогенов

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0> wiki

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/zlomanov/welcome.html> Химия галогенов

[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5\\_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D1%8B](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D1%8B) wiki

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Химическая\\_связь](http://ru.wikipedia.org/wiki/Химическая_связь) Википедия

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/spiridonov/welcome.html> Химия халькогенов

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf> иллюстративные материалы

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf> иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> Иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf> иллюстрации

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin2.pdf>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kazin/kazin1.pdf> Иллюстративные материалы

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Химия элементов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением.

Для проведения лабораторных занятий: Лаборатория общей и неорганической химии, оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы: аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для текущего контроля: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций: аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Химия элементов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знать: основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Уметь: использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Владеть: навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Не умеет использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Не владеет навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Не умеет использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Не владеет навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные законы и закономерности</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Умеет использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Не владеет навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Умеет использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Владеет навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p>

#### **ОПК.4**

**Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>ОПК.4.1</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: основные аспекты ТБ Уметь: реализовать нормы техники безопасности в лабораторных условиях при получении неорганических веществ Владеть: нормами	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает норм техники безопасности</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знаком с нормами техники безопасности, умеет безопасно проводить эксперимент в стандартных условиях</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
	техники безопасности	<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает нормы техники безопасности, умеет проводить эксперимент в стандартных условиях, способен выполнять распоряжения руководителей при нестандартных ситуациях.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает нормы техники безопасности, умеет проводить эксперимент в стандартных и экстремальных условиях, способен взять на себя руководство в нестандартных ситуациях.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 1

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	3. Кислород. Оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать физические и химические свойства галогенов, кислорода, водорода и их соединений. Уметь связывать строение соединений галогенов, кислорода, водорода с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия соединений, составлять уравнения реакций, проводить вычисления по уравнениям реакций, подтверждать направление протекания реакций.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	7. Благородные газы <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать физические и химические свойства пниктогенов и их соединений. Уметь связывать строение соединений пниктогенов с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия соединений, составлять уравнения реакций, проводить вычисления по уравнениям реакций, подтверждать направление протекания реакций.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>10. Элементы IV главной подгруппы (углерод, кремний, подгруппа германия) и их соединения <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов-неметаллов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Уметь использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов-неметаллов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Владеть навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов-неметаллов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.</p>
<p><b>ОПК.4.1</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>11. Элементы III (бор, алюминий и подгруппа галлия) главной подгруппы и их соединения <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать физические и химические свойства неметаллов и их основных соединений, правила техники безопасности при работе с химическими соединениями. Уметь безопасно проводить эксперименты с соединениями неметаллов. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений неметаллов с другими соединениями, определять и предсказывать признаки протекающих реакций, представлять их потенциальную опасность, составлять уравнения протекающих реакций, подтверждать направление протекания реакций.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	12. Элементы I и II главных подгрупп <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать физические и химические свойства неметаллов и их соединений. Уметь связывать строение соединений неметаллов с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений неметаллов с другими соединениями, составлять уравнения протекающих реакций, проводить вычисления по уравнениям реакций, подтверждать направление протекания реакций.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 3. Кислород. Оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 1-го задания письменной работы	11
Верное решение 2-го задания письменной работы	5
Верное решение 3-го задания письменной работы	5
Верное решение 4-го задания письменной работы	4

#### 7. Благородные газы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 1-го задания письменной работы	11
Верное решение 2-го задания письменной работы	5
Верное решение 3-го задания письменной работы	5
Верное решение 4-го задания письменной работы	4

#### 10. Элементы IV главной подгруппы (углерод, кремний, подгруппа германия) и их соединения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 4

Проходной балл: 2

Показатели оценивания	Баллы
Оформление и выполнение домашних контрольных работ	2
Защита контрольной работы 2	1
Защита контрольной работы 1	1

### 11. Элементы III (бор, алюминий и подгруппа галлия) главной подгруппы и их соединения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 6

Проходной балл: 3

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторного практикума, оформление лабораторного журнала	3
Защита лабораторных работ модуля 2	1
Защита лабораторных работ модуля 3	1
Защита лабораторных работ модуля 1	1

### 12. Элементы I и II главных подгрупп

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: 1 часа

Условия проведения мероприятия: в часы самостоятельной работы

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: 40

Проходной балл: 17

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 4-го задания письменной работы	13
Верное решение 3-го задания письменной работы	10
Верное решение 2-го задания письменной работы	9
Верное решение 1-го задания письменной работы	8

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

#### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>15. Подгруппа марганца <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать физические и химические свойства металлов VIII группы и их соединений. Уметь связывать строение соединений элементов VIII группы с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений, составлять уравнения реакций, проводить вычисления по уравнениям реакций, подтверждать направление протекания реакций.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>18. Подгруппа титана <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать физические и химические свойства d-элементов и их соединений. Уметь связывать строение соединений d-элементов с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений, составлять уравнения реакций.</p>
<p><b>ОПК.4.1</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>22. Подгруппа цинка <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать физические и химические свойства металлов и их основных соединений, правила техники безопасности при работе с химическими соединениями . Уметь безопасно проводить эксперименты с соединениями металлов. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений металлов с другими соединениями, определять и предсказывать признаки протекающих реакций, представлять их потенциальную опасность, составлять уравнения протекающих реакций, подтверждать направление протекания реакций.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	21. Актиноиды <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные законы и закономерности определяющие изменение физических и химических свойств соединений химических элементов-металлов в зависимости от строения атомов и положения в периодической системе химических элементов. Уметь использовать закономерности определяющие изменения свойств элементов-металлов и их соединений для предсказания свойств соединений и направлений их возможного применения. Владеть навыком применения закономерностей, определяющих изменение свойств элементов-металлов, для решения задач идентификации химических соединений и предсказания свойств соединений.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	23. Медь, серебро, золото <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать физические и химические свойства металлов и их соединений. Уметь связывать строение соединений металлов с их свойствами. Владеть способностью определять продукты взаимодействия указанных соединений неметаллов с другими соединениями, составлять уравнения протекающих реакций, проводить вычисления по уравнениям реакций, подтверждать направление протекания реакций.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 15. Подгруппа марганца

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 2-го задания письменной работы	6
Верное решение 5-го задания письменной работы	5
Верное решение 1-го задания письменной работы	5

Верное решение 3-го задания письменной работы	5
Верное решение 4-го задания письменной работы	4

### 18. Подгруппа титана

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Верное решение 2-го задания письменной работы	6
Верное решение 1-го задания письменной работы	5
Верное решение 5-го задания письменной работы	5
Верное решение 4-го задания письменной работы	5
Верное решение 3-го задания письменной работы	4

### 22. Подгруппа цинка

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **6**

Проходной балл: **3**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторного практикума, оформление лабораторного журнала	3
Защита лабораторных работ модуля 2	1
Защита лабораторных работ модуля 3	1
Защита лабораторных работ модуля 1	1

### 21. Актиноиды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **4**

Проходной балл: **2**

Показатели оценивания	Баллы
Оформление и выполнение домашних контрольных работ	2
Защита контрольной работы 2	1
Защита контрольной работы 1	1

### 23. Медь, серебро, золото

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: 17

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 4-го задания письменной работы	13
Верное решение 3-го задания письменной работы	10
Верное решение 2-го задания письменной работы	9
Верное решение 1-го задания письменной работы	8