



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Химический факультет  
Кафедра общей и неорганической химии



### Рабочая программа дисциплины

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ОД.6**

Наименование дисциплины: **«Неорганическая химия»**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре:  
**04.06.01 «Химические науки»**

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): **Неорганическая химия**

Форма обучения: **очная**

Согласовано с УМК  
химического факультета

Протокол № 9 от « 15 » июня 2016 г.

Председатель Пройдаков А.Г.

Рекомендовано кафедрой общей и  
неорганической химии

Протокол № 5 от « 31 » июля 2016 г.

Зав. кафедрой Сафонов А.Ю.

Иркутск 2016 г.

## Содержание

стр.

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Цели и задачи дисциплины.   | 3  |
| 2  | Место дисциплины в структуре ОПОП   | 3  |
| 3  | Требования к результатам освоения дисциплины  | 3  |
| 4  | Объем дисциплины и виды учебной работы  | 4  |
| 5  | Содержание дисциплины.  | 4  |
|    | 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины  | 4  |
|    | 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с последующими дисциплинами  | 9  |
|    | 5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий   | 9  |
| 6  | Семинарские занятия   | 9  |
| 7  | Примерная тематика курсовых проектов  | -  |
| 8  | Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:<br>а) федеральные законы и нормативные документы;<br>б) основная литература;<br>в) дополнительная литература;<br>г) программное обеспечение;<br>д) базы данных, поисково-справочные и информационные системы | 9  |
| 9  | Материально-техническое обеспечение дисциплины.   | 11 |
| 10 | Образовательные технологии.   | 12 |
| 11 | Оценочные средства. (ОС).   | 12 |

## **1. Цели и задачи дисциплины:**

**Цель** - формирование у аспирантов целостного представления о развитии химии как науки в целом, ее современных достижениях и проблемах.

**Задачи** – ознакомление с современными проблемами химии с тем, чтобы сформировать у специалиста профессиональные компетенции и навыки в важнейших направлениях современной химии, в подходе к планированию и осуществлению анализа состава и свойств вещества природного и техногенного происхождения.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Современные направления в химии» включена в обязательные дисциплины вариативной части учебного плана (Б1.В.ОД.6).

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе освоения дисциплин химического цикла на предыдущих уровнях образования (общей химии, органической химии, химии высокомолекулярных соединений, аналитической химии, физических методов исследования).

Дисциплина является основой для выполнения квалификационных работ аспирантов, необходима в будущей практической деятельности выпускников.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3);
- уметь собирать и анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования и самостоятельно составлять план исследования в рамках выбранного направления подготовки (ПК-1);
- знать основные приемы и методы получения веществ, методы их идентификации, определения структуры и свойств с помощью уникального и серийного научного оборудования (ПК-4).

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- основные направления в области современной химии;
- классификацию методов исследования; общую характеристику методов и аппаратуры.
- теоретические основы современных методов анализа

**Уметь:**

- обсуждать теоретические и практические проблемы современной химии;
- применять полученные знания и навыки при выполнении выпускных квалификационных работ и в будущей профессиональной деятельности.

**Владеть:**

- основными понятиями и терминами современной науки;
- знаниями о современных методах исследования в области химии
- методологией выбора методов анализа, метрологическими основами анализа.

#### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

| Вид учебной работы                       | Всего часов /<br>зачетных единиц |         | Курс |   |   |       |
|--|----------------------------------|---------|------|---|---|-------|
|  | очное                            | заочное | 1    | 2 | 3 | 4     |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>        | 48/1,4                           | 16/0,4  |      |   |   | 48/16 |
| В том числе:                             | -                                |         |      |   |   |       |
| Лекции                                   | 24/0,7                           | 12/0,3  |      |   |   | 24/12 |
| Практические занятия (ПЗ)                | 24/0,7                           | 4/0,1   |      |   |   | 24/4  |
| <b>Контактная работа (всего)</b>         |                                  |         |      |   |   |       |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>    | 96/2,6                           | 56/1,6  |      |   |   | 96/56 |
| Вид промежуточной аттестации:<br>экзамен | 36/1,0                           | 36/1,0  |      |   |   | 36    |
| Общая трудоемкость<br>часы               | 180                              | 108     |      |   |   | 180   |
| зачетные единицы                         | 5                                | 3       |      |   |   | 5     |

#### **5. Содержание дисциплины**

##### **5.1. Содержание разделов и тем дисциплины**

###### **5.1.1. Строение атома и периодический закон (2 ч.)**

Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (s-, p-, d- и f-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности. Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.

Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов

###### **5.1.2. Химическая связь и строение молекул (2 ч.)**

Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.

Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей.

Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи.

Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы.

Принцип изолобального соответствия. Корреляционные диаграммы.

Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный

радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.

Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа.

Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.

### **5.1.3. Комплексные (координационные) соединения (2 ч.)**

Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.

Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.

Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.

Энергетическая диаграмма MO комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, ?- и ?-донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ—Сугано для многоэлектронных систем.

Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комpleксы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл–металл, понятие о ?-связи. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. Транс-влияние И.И. Черняева, цис-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов.

Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

### **5.1.4. Общие закономерности протекания химических реакций**

Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энталпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.

Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.

Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе.

Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.

### **5.1.5. Растворы и электролиты**

Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.

Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований.

Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие.

Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.

Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.

### **5.1.6. Основы и методы неорганического синтеза**

Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.

### **5.1.7. Химия элементов**

#### **- Химия s-элементов:**

Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.

Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода.

Гидриды и их классификация.

Окислительно-восстановительные свойства водорода. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства.

Элементы группы IA. Общая характеристика группы.\*□ Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.

Элементы группы IIA. Общая характеристика группы.\* Основные классы химических соединений – получение и свойства. Особенности комплексообразования s-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития.

Применение бериллия, щелочно-земельных металлов и их соединений.

#### **- Химия p-элементов:**

Положение p-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди p-элементов.

Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.

Элементы группы IIIA. Общая характеристика группы.\* Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств.

Оксид алюминия. Алюминаты и гидроксоалюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl(I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.

Элементы группы IVA: Общая характеристика группы.\* Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Роданостоводородная кислота и роданиды. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA: Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.

Элементы группы VA. Общая характеристика группы.\* Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Особенности аллотропных модификаций фосфора. Гидриды элементов группы VA: получение, строение молекул, свойства. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксиламин, азотистоводородная кислота. Галогениды элементов группы VA, получение и гидролиз.

Кислородные соединения азота. Особенности химии NO и NO<sub>2</sub>. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота.

Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли.

Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.

Элементы группы VIA. Общая характеристика группы.\* Особенности химии кислорода. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Озон и озониды. Аллотропные модификации серы и их строение.

Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Гидроксиды и кислоты. Пероксиды, супероксиды.

Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе.

Галогениды серы, селена и теллура.

Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.

Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы.\* Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой.

Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов. Межгалогенные соединения: строение и свойства.

Кислородные соединения галогенов. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов.

Применение галогенов и их соединений.

Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы.\* Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.

- Химия d-элементов:

Положение d-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность d-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств d-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа d-сжатия и ее следствия.

Элементы группы IIIB. Общая характеристика группы.\* Оксиды, гидроксиды и фториды металлов IIIB группы – получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIA и IIIB групп. Применение металлов и их соединений.

Элементы группы IVA. Общая характеристика группы.\* Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление металлов IVA и IVA групп. Применение титана и циркония и их соединений.

Элементы группы VБ. Общая характеристика группы.\* Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и tantalаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия(V) и фосфора (V).

Применение ванадия, ниobia и tantalата и их соединений.

Элементы группы VIБ. Общая характеристика группы.\* Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей.

Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIA и VIIB групп. Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.

Элементы группы VIIБ. Общая характеристика группы.\* Кислородные соединения марганца, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIA и VIIIB групп. Применение марганца и рения.

Элементы группы VIIIБ. Общая характеристика группы.\* Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновые металлы.

Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с d<sub>6</sub>-конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.

Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.

Элементы группы IB. Общая характеристика группы.\* Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота.

Элементы группы IIB. Общая характеристика группы.\* Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставление элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути.

- Химия f-элементов:

Общая характеристика f-элементов.\* Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актинидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов.

Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов.

Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление d- и f-элементов III группы. Применение лантаноидов.

Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов. Особенности разделения актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений актиноидов – получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов.

Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с d-элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.

- Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии:

Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.

Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области.

Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР и -резонансные. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия.

Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ.

Термогравиметрия и масс-спектрометрия.

Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии и т.п.

## 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с последующими дисциплинами

Дисциплина является основой для выполнения квалификационных работ аспирантов, необходима в будущей практической деятельности выпускников.

## 5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных ед., 180 часов

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | лекции | Практич | Лаборат.<br>Зан. | Семин. | СРС | Всего |
|-------|---|--------|---------|------------------|--------|-----|-------|
| 1     | Основные представления о строении атома. Уравнение Шредингера, квантовые числа, принцип Паули, правило Гунда, закон Мозли | 3/1    | 8/1     |                  |        | 6/5 | 17/7  |
| 2     | Природа химической связи, основные типы химической связи  | 3/1    |         |                  |        | 6/5 | 9/6   |
| 3     | Растворы и электролиты, современные взгляды на природу кислот и оснований; сильные и слабые электролиты                   | 2/1    |         |                  |        | 6/5 | 8/6   |
| 4     | Основные понятия и задачи химической термодинамики. Первый и второй законы термодинамики;                                 | 2/1    |         |                  |        | 6/5 | 8/6   |

|    |   |       |      |       |       |         |
|----|---|-------|------|-------|-------|---------|
|    | закон Гесса, уравнение Кирхгофа.  |       |      |       |       |         |
| 5  | Основные понятия химической кинетики. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. | 2/1   | 8/2  |       | 8/4   | 18/7    |
| 6  | Химия s- и p-элементов, их электронная конфигурация, закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.          | 2/1   |      |       | 8/4   | 10/5    |
| 7  | Химия d- и f-элементов, их электронное строение, свойства и закономерности изменения свойств                        | 2/1   |      |       | 8/4   | 10/5    |
| 8  | Механизмы реакций комплексных соединений, прикладные аспекты химии координационных соединений                       | 2/2   | 8/1  |       | 8/4   | 18/7    |
| 9  | Элементы группы IIIA<br>Периодической системы, общая характеристика, особенности их строения и свойств              | 2/1   |      |       | 8/4   | 10/5    |
| 10 | Элементы группы IVA и VA<br>Периодической системы, общая характеристика, особенности их строения и свойств          | 2/1   |      |       | 8/4   | 10/5    |
| 11 | Элементы группы VIA и VIIA<br>Периодической системы, общая характеристика, особенности их строения и свойств        | 2/1   |      |       | 8/4   | 10/5    |
| 12 | Механизмы каталитических процессов. Металлокомплексный катализ  |       |      |       | 8/4   | 8/4     |
| 13 | Современные полимерные композиционные материалы   |       |      |       | 8/4   | 8/4     |
|    | экзамен   |       |      | 36/36 |       | 36/36   |
|    | Всего часов   | 24/12 | 24/4 | 36/36 | 96/56 | 180/180 |
|    |   |       |      | +     |       |         |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### Литература

а) основная литература:

1. Тoub, М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тoub, Дж Берджесс. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 678 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-0975-7.
- 2.Румянцев, Б. В. Окислительно-восстановительные процессы [Электронный ресурс] / Б. В. Румянцев. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 285 с. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-1467-6, 978-5-9963-1466-9.
- 3.Сафонов, Александр Юрьевич. Бионеорганическая химия золота [Текст] / А. Ю. Сафонов, Е. А. Даткова ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 283 с. ; 21 см.

- Библиогр.: с. 251-283. - ISBN 978-5-9624-0645-9.

в) дополнительная литература

1. Неорганическая химия [Текст] : учеб. для студ. вузов: В 3 т. / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : Академия. - 24 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 5-7695-1437-х.

    Т.3 : Химия переходных элементов, Кн.1 / А. А. Дроздов [и др.]. - 2007. - 349 с. : ил. - ISBN 5-7695-2532-0. - ISBN 5-7695-3020-0. (11 экз)

    Т.3 : Химия переходных элементов, Кн.2 / А. А. Дроздов [и др.]. - 2007. - 400 с. : ил. - Библиогр.: с. 391-398. - ISBN 5-7695-2533-9. - ISBN 5-7695-3020-0. (11 экз)

2. Неорганическая химия. Химия элементов : учебник: В 2 т. / Ю. Д. Третьяков [и др.] ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ : Академкнига, 2007 - . - 22 см. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-211-05330-4. - ISBN 978-5-94628-297-0.

    Т. 1. - 2007. - 537 с. : ил. - Библиогр.: с. 24. - Предм. указ.: с. 521-537. - ISBN 978-5-211-05332-2. - ISBN 978-5-94628-298-7. (21 экз)

    Т. 2. - 2007. - 670 с. : ил. - Предм. указ.: с. 655-670. - ISBN 978-5-211-05334-2. - ISBN 978-5-94628-299-4. (21 экз)

3. Гринвуд, Норман Н. Химия элементов: пер. с англ. : в 2 т. / Н. Н. Гринвуд, А. Эрншо. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 27 см. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-94774-372-2.

    Т. 1. - 2008. - 607 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Пер. изд. : Chemistry of the elements / N. N. Greenwood, A. Earnshaw. - Oxford, 1984. - ISBN 978-5-94774-373-9. (11 экз)

    Т. 2. - 2008. - 670 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 620-662. - Пер. изд. : Chemistry of the elements / N. N. Greenwood, A. Earnshaw. - Oxford, 1984. - ISBN 978-5-94774-374-6. (11 экз)

4. Неорганическая химия. Химия элементов [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. 510500 "Химия" и спец. 011000 "Химия" : в 2 т. / Ю. Д. Третьяков и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - ЭВК. - М. : Изд-во МГУ : Академкнига, 2007. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-211-05330-4. - ISBN 978-5-94628-297-0.

    Т. 1. - 545 с. - ISBN 978-5-211-05332-2. - ISBN 978-5-94628-298-7.

    Т. 2. - М. : Изд-во МГУ, 2007. - 673 с. - ISBN 978-5-211-05334-2. - ISBN 978-5-94628-299-4.

5. Левицкий, М. М. Добро пожаловать в химию! [Электронный ресурс] / М. М. Левицкий. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2347-0.

в) Интернет-источники:

1. [www.anchem.ru](http://www.anchem.ru) Internet
2. [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru) Internet
3. [anchem.ru/chemanalysis/](http://anchem.ru/chemanalysis/) интернет журнал аналитическая химия
4. ANCHEM.RU Интернет-портал химиков-аналитиков
5. [ru.yourwebsite.com/anchem.ru/](http://ru.yourwebsite.com/anchem.ru/)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Помещения для проведения лекционных занятий укомплектованы необходимым оборудованием, а именно: аудитории 5, 305, 402, 423, 426, оснащенные мультимедийными проекторами (InFocus IN 105 (3D Ready), настенными экранами, ноутбуками Samsung NP 300T5A-A0FRU).

## **8. Образовательные технологии:**

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные, так и инновационные формы обучения: технология объяснительно-иллюстративных объяснений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, разбор конкретных ситуаций, решение ситуационных задач.

## **9. Оценочные средства (ОС):**

Текущий контроль осуществляется в виде коллоквиумов на семинарах и самостоятельных контрольных работ по темам.

Промежуточная аттестация – экзамен.

Вопросы к экзамену:

### **I часть**

1. Основные положения теории Вернера. Общая характеристика комплексных соединений.
2. Явление осмоса. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
3. Общая характеристика элементов подгруппы мышьяка. Соединения элементов подгруппы мышьяка с кислородом. Их гидраты.
4. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
5. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков.
6. Основы химии инертных и благородных газов. Галогениды ксенона: получение, свойства, области применения. Оксиды и кислоты ксенона.
7. Метод MO, исходные положения. Связывающие и разрывающие молекулярные орбитали. Молекулярные ионы водорода и простые молекулы с позиций метода MO.
8. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия и ее составляющие. Энтальпия. Тепловой эффект при изобарном и изохорном процессах.
9. Пероксид водорода. Физические и химические свойства, применение. Пероксокислоты.
10. Принцип неопределенности Гейзенberга, соотношение неопределенностей.
11. Закон Мозли. Современные представления о периодичности. Понятие кайносимметрии.
12. Кислород. Особенности строения атома и молекулы. Получение, физические и химические свойства. Озон, строение молекулы. Способы получения, свойства и применение. Пероксиды, супероксиды (надперекиси), озониды.
13. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции. Результаты решения уравнения Шредингера для одномерного потенциального ящика.
14. Термохимия: тепловой эффект, калориметрия, связь с термодинамикой.
15. Диоксид азота. Получение и свойства. Азотная кислота. Получение и свойства.
16. Ковалентная связь с позиций метода валентных связей (кривые потенциальной энергии молекул, образование  $H_2$  по Гейтлеру и Лондону, валентность).
17. Закон действия масс. Молекулярность и порядок реакции.
18. Кислоты серы (типы, структуры, основные свойства).
19. Природа химической связи в комплексных соединениях (метод молекулярных орбиталей)
20. Вклад Деберейнера, де Шанкуртуа, Ньюлендса и Майера в развитие идей периодичности свойств элементов.
21. Кислородные соединения брома и иода (оксиды и кислоты, их получение, свойства и применение).
22. Метод валентных связей (исходные положения). Образование  $H_2O$ ,  $NH_3$  и других молекул

23. Растворы. Типы растворов. Растворы идеальные и реальные. Способы выражения концентраций растворов.
24. Реакции присоединения к серной кислоте. Пиросерная кислота, пиросульфаты. Пероксодисерная (надсерная) кислота, ее соли, их свойства.
25. Принципы классификации комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Номенклатура комплексных соединений.
26. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Буферные растворы.
27. Изменение прочности, восстановительных свойств и кислотности галогеноводородов.
28. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Энталпия образования, энталпия сгорания, тепловой эффект реакции.
29. Принцип изоэлектронности: содержание, значение для химии, примеры.
30. Соединения кремния с водородом: строение, способы получения, свойства. Различия в свойствах Силанов и углеводородов.
31. Метод валентных связей. Концепция гибридизации. Виды гибридизации.
32. Теории кислот и оснований. Протонная теория кислот и оснований.
33. Кислородные соединения азота (I) и (II). Способы получения, химические свойства и применение.
34. Химическая связь в комплексных соединениях: понятие о теории кристаллического поля.
35. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Общие причины ускорения реакций катализаторами.
36. Фтористый водород, получение и свойства. Фториды. Фтористоводородная кислота.
37. Понятие об ионном типе связи. Энергия ионной решетки. Ненаправленность и ненасыщаемость ионной связи.
38. Процесс растворения веществ. Изотонический коэффициент.
39. Оксид углерода (II). Строение молекулы (метод МО), свойства. Координационные соединения оксида углерода. Фосген, его строение, получение, свойства.
40. Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа электрона в атоме водорода.
41. Теории кислот и оснований. Электронная теория кислот и оснований Льюиса.
42. Азотистый ангидрид. Азотистая кислота: получение, физические и химические свойства. Нитриты.
43. Слабые электролиты. Константа и степень диссоциации. Закон разведения Оствальда.
44. Энергетические характеристики атомов: энергия и потенциал ионизации, средство к электрону, их значение в химии.
45. Бром. Получение и свойства брома. Соединения брома с металлами и неметаллами.
46. Константа химического равновесия. Связь константы с энталпийей, способ определения теплового эффекта реакции из кинетических данных.
47. Коллоидные растворы: виды, способы получения, свойства. Конус Тиндаля.
48. Углерод. Диоксид углерода и его свойства. Соединения углерода с азотом и серой. Циан, цианиды, роданистоводородная кислота и ее соли.
49. Метод молекулярных орбиталей. Исходные положения. Образование двухатомных молекул по методу МО ЛКАО.
50. Первые представления о строении атома (Томсон, Резерфорд). Атомные спектры.
51. Взаимодействие хлора с водой и щелочами. Хлорноватистая кислота и ее соли. Хлорноватая кислота и ее соли.
52. Периодическая система элементов с точки зрения строения атома. Электронные аналоги. «Типические» элементы.
53. Влияние изменения условий на химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье (примеры).
54. Бор, получение и свойства. Кислородные соединения бора (кислоты, соли, сложные эфиры).
55. Многоэлектронные атомы. Запрет Паули. Правило Хунда. Емкость электронных оболочек

56. Жидкое состояние вещества. Структура жидкой воды. Физические и химические свойства воды. Гидраты и кристаллогидраты.
57. Диоксид азота, получение и свойства. Азотная кислота, получение и свойства.
58. Причины периодичности изменения свойств элементов. Радиусы атомов и ионов, электроотрицательность, закономерности в изменении их величин.
59. Современные кислотно-основные теории: теория ЖМКО, теория Усановича.
60. Тиосульфат натрия, получение и свойства. Тиосерная кислота. Политионовые кислоты.
61. Гидролиз солей: причины, типичные случаи гидролиза. Степень и константа гидролиза.
62. Понятие о световых квантах. Теория строения атома Бора. Вклад Зоммерфельда и Зеемана в развитие теории Бора.
63. Сернистый газ: получение, свойства и характерные типы реакций. Сернистая кислота, сульфиты и бисульфиты.
64. Виды межмолекулярного взаимодействия (ориентационное, индукционное, дисперсионное). Водородная связь.
65. Давление пара растворителя над раствором. Закон Рауля.
66. Сероводород: получение, физические и химические свойства. Сульфиды и гидросульфиды. Полисульфиды. Многосернистые водороды.
67. Теория сильных электролитов. Причины неподчинения растворов сильных электролитов законам химического равновесия. Понятие об активности и коэффициенте активности.
68. Волновые свойства микрообъектов. Соотношение де Бройля.
69. Гидразин. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота. Азиды. Способы получения, характерные свойства.
70. Скорость химического процесса. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Кинетическое уравнение скорости химической реакции.
71. Электрохимические свойства растворов: уравнение Нернста, ХИТ, электролиз.
72. Азот. Свойства свободного азота. Кислоты азота.
73. Современные теории кислот и оснований: теория сольвосистем, протонная теория.
74. Энталпийный и энтропийный факторы и направление химических процессов.
75. Соединения кремния с галогенами. Кремнефтористоводородная кислота, силоксан, силиконы.
76. Энтропия. Изменение энтропии в процессах. Стандартные энтропии. Второе начало термодинамики. Физический смысл энтропии.
77. Основные характеристики химической связи: длина, направленность, прочность.
78. Экзотические соединения неметаллов: неорганические бензолы, силиконы.
79. Кипение и замерзание растворов. Закон Рауля.
80. Метод валентных связей: кратность химической связи. Сигма- и пи-связи.
81. Фосфиды. Соединения фосфора с водородом. Соли фосфония. Фосфорноватистая кислота. Ее соли.
82. Понятие об электроотрицательности. Поляризация связи, дипольный момент. Полярность связи. Количественная оценка полярности химической связи (метод валентных связей).
83. Влияние температуры на скорость реакции. Приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
84. Селен и теллур. Свойства свободных элементов. Важнейшие кислородные и водородные соединения селена и теллура. Селениды и теллуриды.
85. Химическая связь в комплексных соединениях: теория кристаллического поля, ТПЛ.
86. Кинетика сложных реакций (параллельные, последовательные, сопряженные, цепные).
87. Фосфорный ангидрид, его гидратация. Ортофосфорная, пирофосфорная, метаfosфорная кислоты и их соли. Полиметафосфаты.
88. Химическая связь в комплексных соединениях (метод валентных связей).
89. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Понятие об индикаторах.
90. Водород: особенности строения атома и положение в Периодической системе. Молекулярный и атомарный водород, способы получения. Гидриды металлов.

## II часть

1. Металлическая связь: понятие о зонной теории (сущность теоремы Блоха, представление о зонах Бриллюэна, к-вектор, валентная зона и зона проводимости). Проводники, полупроводники, диэлектрики.
2. Общая характеристика элементов подгруппы хрома. Нахождение в природе и получение хрома. Свойства металлического хрома. Важнейшие соединения Cr (+3, +6), их свойства. Применение хрома и его соединений.
3. Основные черты химии алюминия.
4. Основные отличия металлической связи от других видов связи. Плотнейшая упаковка атомов в кристаллах металлов. Три основных типа кристаллических решеток металлов.
5. Молибден и вольфрам. Нахождение в природе и методы получения. Химические соединения молибдена и вольфрама (оксиды, галогениды, молибденовые и вольфрамовые кислоты). Применение молибдена вольфрама и их соединений.
6. Общие особенности химии щелочных металлов.
7. Полуметаллы и современные представления об их электронном строении.
8. Общая характеристика элементов подгруппы марганца. Нахождение в природе и получение марганца. Свойства металлического марганца и соединений Mn (+2, +4, +6, +7).
9. Кислородные соединения щелочных металлов.
10. Диаграммы систем с образованием химических соединений. Сингулярная точка.
11. Свойства металлического железа. Сущность процессов производства чугуна и стали. Свойства соединений железа в степени окисления (+2 и +3). Соединения железа в высшей степени окисления.
12. Основные черты химии элементов подгруппы галлия. Природа низкой температуры плавления и высокой температуры кипения металлического галлия.
13. Определение понятий «фаза, независимый компонент, число степеней свободы». Правило фаз Гиббса.
14. Никель и кобальт. Общая характеристика элементов. Основные черты химии никеля, кобальта и их соединений. Применение металлов и их соединений.
15. Основные черты и особенности химии бериллия и магния.
16. Сущность физико-химического анализа. Кривые охлаждения. Диаграммы плавкости: основы построения и типовые формы.
17. Общая характеристика элементов подгруппы титана. Нахождение титана в природе, получение. Свойства металлического титана. Соединения титана в низших степенях окисления. Монооксид и диоксид титана. Формы нахождения титана (+4) в водных растворах. Гидролиз галогенидов титана.
18. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Нахождение в природе, получение простых веществ. Свойства германия и его соединений, применение германия.
19. Сущность металлической связи. Представление об «электронном газе» (классическая теория /Друде-Лоренца/ «электронного газа», ее достоинства и недостатки)
20. Титанаты. Гидролиз титанатов. Процессы старения соединений титана. Процессы оляции и оксолюции. Гидроксиды и основные соли титана. Применение титана, его сплавов и важнейших соединений.
21. Особенности химии таллия. Представление об инертной паре s-электронов и природа этого явления. Применение таллия и его соединений.
22. Принципы соответствия и непрерывности физико-химического анализа (по Н.С. Курнакову). Анализ диаграммы состояния воды.
23. Цирконий и гафний: нахождение в природе, получение, разделение. Свойства металлических Zr и Hf. Свойства ионов Zr (+4) и Hf (+4) в водных растворах. Гидроксиды циркония ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -). Применение циркония, гафния и их соединений.
24. Основные черты химии элементов подгруппы кальция. Важнейшие соединения. Жесткость воды и способы ее устранения.

25. Коррозия металлов. Виды коррозии металлов и способы защиты металлов от коррозии.
26. Молибден и вольфрам. Состояние соединений Mo (+6) и W (+6) в водных растворах. Изополисоединения. Гетерополисоединения. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь.
27. Олово. Свойства металлического Sn, модификации Sn. Природа «крика» олова. Соединения Sn (+2), (+4). Оловянные кислоты. Применение олова и его соединений.
28. Общие свойства металлов и их объяснение с помощью квантово-механической теории «электронного газа» по Ферми-Дираку.
29. Общая характеристика элементов подгруппы ванадия. Нахождение ванадия в природе и его получение. Свойства металлического ванадия. Соединения ванадия в разных степенях окисления. Состояние ионов V (+5) в кислых и щелочных растворах.
30. Свойства металлического свинца. Соединения свинца (+2), (+4). Модель, объясняющая возникновение металлической связи (на примерах молекулы бензола, кристаллах графита, лития, бериллия).
31. Ниобий и tantal. Принципы получения и разделения ниobia и tantalа. Свойства металлов и их соединений. Состояние ионов Nb (+5) и Ta (+5) в кислых и щелочных растворах. Применение ниobia, tantalа и их соединений.
32. Свойства оксида и гидроксида алюминия. Соли алюминия, их гидролиз. Алюмотермия. Квасцы. Субсоединения алюминия. Реакции диспропорционирования и конпропорционирования. Применение алюминия и его соединений.
33. Общие сведения о полиморфизме и аллотропии неорганических соединений. Полиморфизм (аллотропия) металлов.
34. Общая характеристика свойств элементов подгруппы скандия. Нахождение в природе и методы получения. Общие черты химии элементов подгруппы скандия. Особенности химии скандия.
35. Свойства металлического магния. Оксид и гидроксид магния. Применение магния и его соединений. Магнезиальный цемент.
36. Полуметаллы и современные представления об их природе (зонное строение кристаллов полуметаллов).
37. Лантаноиды. Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств простых веществ и химических соединений в семействе лантаноидов.
38. Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития (термическая нестабильность его солей, аномальная растворимость соединений лития). Характерные химические свойства лития.
39. Представление о зонной теории. Экспериментальные доказательства существования зон. Проводники, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
40. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в обычных и аномальных степенях окисления. Влияние лантаноидного сжатия на устойчивость комплексных соединений. Разделение смесей редкоземельных элементов. Примеры использования редкоземельных элементов.
41. Сущность методов получения щелочных металлов, едкого натра и едкого кали. Калий и натрий – металлы жизни.
42. Соединения переходных элементов со связью металл – металл (кластеры).
43. Медь, как представитель 1 В подгруппы элементов периодической системы. Нахождение меди в природе и способы ее получения. Свойства металлической меди. Применение меди и ее соединений.
44. Свойства металлического бериллия и его соединений. Электронодефицитные молекулы. Применение бериллия и его соединений.
45. Анализ диаграмм плавкости систем с образованием химических соединений. Дальтониды и бертоллиды.

46. Общая характеристика элементов подгруппы меди. Соединения меди (+1) и (+2). Комплексные соединения меди. Практическое использование меди и ее соединений.
47. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция. Гидрид и нитрид кальция. Соли кальция. Значение плохо растворимых солей кальция (карбонат, сульфат, оксалат).
48. Ряд напряжений металлов и его термодинамическое обоснование.
49. Получение и свойства металлического серебра. Свойства его важнейших соединений. Практическое использование серебра и его соединений.
50. Основные черты химии стронция и бария. Свойства металлов и их соединений. Применение стронция, бария и их соединений.
51. Условия образования эвтектических сплавов. Анализ диаграмм плавкости эвтектического типа.
52. Принципы извлечения золота из руд. Растворение золота в растворах цианистых солей и «царской водке». Оксиды и гидраты золота.
53. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Свойства германия. Соединения германия (+4). Диоксид германия, германаты.
54. Твердые растворы: типы и условия образования. Анализ диаграмм плавкости твердых растворов с неограниченной взаимной растворимостью.
55. Важнейшие соединения золота. Аураты. Золотохлористоводородная кислота. Применение золота и его соединений. Понятие о пробирном анализе. Сусальное золото.
56. Общая характеристика элементов подгруппы галлия. История открытия галлия (эка-алюминия), предсказание свойств галлия Д.И. Менделеевым. Нахождение галлия в природе, типовые химические свойства.
57. Твердые растворы: типы и условия образования. Анализ диаграмм плавкости твердых растворов с ограниченной взаимной растворимостью в твердом состоянии.
58. Общая характеристика элементов подгруппы цинка. Цинк в природе, извлечение цинка из руд. Свойства металлического цинка.
59. Металлический индий. Соединения индия в различных степенях окисления. Гидроксид индия (+3), соли индия (+3), их гидролиз.
60. Промышленные методы получения и очистки металлов (электрохимическое и иодное рафинирование, термолиз карбонильных соединений, зонная плавка).
61. Свойства важнейших соединений цинка. Оксид и гидроксид цинка, соли цинка и цинкаты. Применение цинка и его соединений.
62. Сравнительная характеристика кислородсодержащих соединений олова и свинца.
63. «Старение» химических соединений (процессы оляции и оксолятации). Факторы, влияющие на протекание процессов «старения» химических соединений.
64. Основные черты химии кадмия. Связь металл – металл в соединениях (+1). Применение кадмия и его соединений.
65. Минералы алюминия (боксит, нефелин и др.). Принципы получения металлического алюминия. Свойства металлического алюминия. Корунд, искусственные рубины.
66. Общая характеристика переходных элементов (определение, особенности строения электронных оболочек атомов). Специфические свойства d-элементов.
67. Нахождение ртути в природе. Получение ртути. Свойства металлической ртути, причина низкой химической активности ртути. Амальгамы. Соединения ртути (+2). Сулема, киноварь. Применение ртути и ее соединений.
68. Сходство и отличия свойств бериллия, магния и щелочноземельных металлов.
69. Диагональное сходство элементов. «Геохимические звезды» А.Е. Ферсмана.
70. Характеристика химических свойств резерфордия. Сущность методов синтеза и идентификации резерфордия.
71. Общая характеристика элементов 1 A группы. Характерные химические свойства. Области применения щелочных металлов и их соединений.
72. Зонная теория: причины образования совокупности зон в кристаллах металлов. Электропроводность металлов с точки зрения зонной теории.

73. Производные ртути (+1), их строение и свойства. Связь Hg–Hg в этих соединениях.
74. Особенности химических свойств металлического лития и его соединений. Склонность солей лития к гидратации. Сходство некоторых солей лития и магния.
75. Представление о зонной теории. Экспериментальные доказательства существования зон. Проводники, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории.
76. Общая характеристика элементов подгруппы марганца. Нахождение в природе и получение марганца. Свойства металлического марганца и соединений Mn (+2, +4, +6, +7).
77. Основные черты химии алюминия. Корунд, искусственные рубины. Алюмотермия.
78. Металлическая связь. Основные отличия металлической связи от других видов связи. Плотнейшая упаковка атомов в кристаллах металлов. Три основных типа кристаллических решеток металлов.
79. Свойства металлического железа. Сущность процессов производства чугуна и стали. Свойства соединений железа (+2) и (+3). Соединения железа в высшей степени окисления.
80. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция. Гидрид и нитрид кальция. Соли кальция. Значение плохо растворимых солей кальция (карбонат, сульфат, оксалат).

**Вопросы к семинарам и контрольным самостоятельным работам по темам и разделам программы.**

#### *Строение атома*

1. Теория строения атома водорода по Бору.
2. Двойственная природа микрообъектов. Уравнение волны де Броиля.
3. Принцип неопределенности Гейзенберга.
4. Уравнение Шредингера. Некоторые результаты решения уравнения Шредингера для одномерного и трёхмерного потенциальных ящиков.
5. Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода.
6. Понятие о квантовых числах электронов.
7. Геометрические образы атомных орбиталей.
8. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Ёмкость электронных оболочек. Правило Хунда. Построение электронных конфигураций атомов элементов.

#### *Химическая связь*

1. Основные характеристики химической связи.
2. Ионная связь.
3. Ковалентная связь. Кривые потенциальной энергии. Результаты расчёта молекулы водорода по Гайтлеру и Лондону. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи.
4. Основные положения метода валентной связи. Понятие о гибридизации связи.
5. Основные положения метода молекулярных орбиталей.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Гомоядерные и гетероядерные двухатомные молекулы по методу МО ЛКАО. Изоэлектронные атомы.
6. Межмолекулярное взаимодействие. Поляризация молекул.

#### *Тепловые эффекты химических реакций. Основные понятия химической термодинамики*

1. 1-ый закон термодинамики. Внутренняя энергия и её составляющие. Тепловой эффект при изобарном и изохорном процессах. Энталпия.
2. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические реакции. Термохимические уравнения. Закон Гесса и следствия из него.

3. Энтропия как мера структурной неупорядоченности в системе. Изменение энтропии в химических процессах. Энтропия фазовых переходов. Стандартная энтропия. 2-е начало термодинамики.
4. Энергия Гиббса. Стандартный изобарно-изотермический потенциал. Направление протекания химических процессов.
5. Химическое равновесие и химическая кинетика. Закон действующих масс. Температурная зависимость скорости реакции – правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса. Константа химического равновесия. Энергия и энтропия активации. Связь изобарного потенциала с константой химического равновесия.

Решение задач по теме.

#### *Комплексные соединения*

1. Номенклатура комплексных соединений.
2. Химическая связь в комплексных соединениях с позиций квантово-механических методов.

Разработчик:

д.х.н., профессор

А.Ю. Сафонов

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и неорганической химии  
«31 » мая 2016 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой, профессор

Сафонов А.Ю.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

### ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

| Дата | Внесенные обновления | Подпись автора | Подпись зав. кафедрой |
|------|----------------------|----------------|-----------------------|
|      |                      |                |                       |

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины **Б1.В.ОД.6 Неорганическая химия** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программа аспирантуры) **Неорганическая химия**.

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом химического факультета, протокол № 5 от « 26 » июня 2017 г.

Зав. кафедрой общей  
и неорганической химии



/ А. Ю. Сафонов /