

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра общей и неорганической химии

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины:

Металлическая связь. Химия металлов

Рекомендуется для направления подготовки 020100 «Химия»

Квалификации выпускника: бакалавр

Согласовано

Учебно - методическое управление

«_____» _____ 2014г.

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № _____

от «_____» _____ 2014г.

Зав. кафедрой _____

Иркутск 2014 г.

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины – показать роль неорганической химии в системе наук, дать представление об основных свойствах и методах исследования неорганических соединений, научить использовать базис законов и понятий общей химии для усвоения и интерпретации углубленных знаний по другим разделам химии, содействовать развитию научного мировоззрения студентов.

В результате изучения данного курса студенты должны познакомиться с теоретическими основами базовых разделов химии, освоить основные закономерности протекания различных типов химических реакций с участием неорганических веществ, основные методы и приемы работы в лабораториях неорганической химии.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Металлическая связь. Химия металлов» относится к базовой части профессионального цикла (Б.3.Б.1). Современная общая и неорганическая химия базируется на основных положениях химии, усвоенных студентами в процессе изучения этого предмета в школе. Курс неорганической химии имеет фундаментальное значение в становлении специалиста широкого профиля, химика-исследователя и химика-преподавателя (вуза, школы), и является первым вузовским химическим курсом.

Освоение дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Химическая технология», «Химия окружающей среды», «Бионеорганическая химия», «Кристаллохимия», «Химия природных вод и промстоков», «Современные методы исследования неорганических объектов», курсов по выбору студентов, для выполнения квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1 Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных компетенций:

ОК-6 использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

3.2 Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК)**:

ПК-2 владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);

ПК-3 способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: теоретические основы неорганической химии (состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений, связь строения вещества и протекания химических процессов).

Уметь: работать с простейшей химической посудой и неорганическими реактивами, проводить экспериментальные исследования и демонстрационные эксперименты по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в исследованиях неорганических объектов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе, подготовить, провести и защитить курсовой синтез выбранного неорганического вещества.

Владеть: методами и способами синтеза неорганических веществ, навыками описания свойств веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и Периодической системы элементов.

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

1.1. МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ (30 часов)

Положение элементов с металлическими свойствами в периодической системе. Общие свойства металлов и их объяснения с помощью теории электронного газа (классической и квантово-механической по Ферми-Дираку). Принцип плотнейшей упаковки атомов в кристаллической решетке. Полиморфизм (аллотропия) металлов. Общие сведения о полиморфизме и аллотропии неорганических соединений. Три основных типа кристаллических решеток металлов. Модель, объясняющая возникновение металлической связи (на примерах молекул бензола, кристаллах графита, лития, бериллия). Представление о зонной теории кристаллов (сущность теоремы Блоха, представление о зонах Бриллюэна, К-вектор, валентная, запрещенная зоны, зона проводимости). Общее значение зонной теории для химии твердого состояния вещества. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Полуметаллы и современное представление об их природе (зонное строение кристаллов полуметаллов). Значение полуметаллов в развитии химии и физики твердого тела. Таммовское состояние электрона на поверхности твердого тела. Реконструкция поверхности. (ОК-6, ПК-2, ПК-3)

1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (23 часа)

Сплавы металлов и методы их изучения. Правило фаз. Фаза. Компонент. Число степеней свободы. Примеры применения правила фаз. Физико-химический анализ. Принципы непрерывности и соответствия (по Н.С.Курнакову). Кривые охлаждения. Типы диаграмм плавкости. Системы не образующие химических соединений (с простой эвтектикой, твердые растворы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью, диаграммы перитектического типа). Системы с образованием химических соединений. Интерметаллические соединения. Дальтониды и бертоллиды (соединения Курнакова, фазы Лавеса, фазы внедрения, электронные соединения Юм-Розери). (ОК-6, ПК-2, ПК-3)

1.3. МЕТАЛЛОХИМИЯ (20 часов)

Классификация элементов-металлов с точки зрения их металлического строения. Переходные элементы (определение, особенности свойств). Ряд напряжений металлов и его термодинамическое обоснование. Коррозия металлов (химическая и электрохимическая), виды электрохимической коррозии. Способы защиты металлов от коррозии. Диагональное сходство элементов. Геохимические "звезды" А.Е.Ферсмана. Соединения переходных элементов со связью металл-металл (кластеры). Металлы как основа индустрии. Значение металлов в народном хозяйстве и обороны страны. Металлы жизни. (ПК-2, ПК-3)

1.4. ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИИ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ (8 часов)

Формы нахождения в природе. Минералы. Методы получения простых веществ, их свойства. Кислородные соединения (оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды). Зависимость устойчивости отдельных кислородных соединений от размеров ионов металлов. Область термодинамической устойчивости соединений щелочных металлов.

ЛИТИЙ. Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития: термическая нестойкость его солей, аномальная растворимость (хлорид, фосфат). Взаимодействие с азотом. Гидрид лития. Склонность солей лития к гидратации. Литий-комплексобразователь. Сходство некоторых соединений лития и магния.

НАТРИЙ. Сущность методов получения едкого натра. Кристаллогидраты сульфата и карбоната натрия, тектогидраты. Нитрат натрия. Галогениды натрия. Гидрид натрия.

КАЛИЙ. Способы получения едкого калия. Калийная селитра. Калийные удобрения. Натрий и калий - металлы жизни.

РУБИДИЙ и ЦЕЗИЙ. Рубидий и цезий - редкие щелочные металлы. Применение. Новые области применения щелочных металлов и их соединений. (ПК-2, ПК-3)

1.5. БЕРИЛЛИЙ. МАГНИЙ. ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ (8 часов)

Общая характеристика свойств элементов. Минералы, области термодинамической устойчивости соединений бериллия, магния и щелочноземельных элементов (металлов).

БЕРИЛЛИЙ. Металлический бериллий и его свойства. Гидроксид бериллия, соли бериллия и бериллаты. Комплексные соединения бериллия, особенности их строения. Электронодефицитные молекулы. Применение бериллия.

МАГНИЙ. Свойства металлического магния. Сплавы магния, их значение. Оксид и гидроксид магния. Фосфат магния. Гидролиз растворимых солей магния. Магнезиальный цемент. Применение магния и его соединений.

ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ. Свойства металлического кальция. Оксид и гидроксид кальция, гидрид и нитрид кальция. Содержание солей кальция в речной и морской воде. Жесткость воды (временная и постоянная), градусы жесткости. Современные методы очистки воды (ионный обмен). Малорастворимые соли кальция - карбонат, оксалат, сульфат. Гипс, его свойства. Производство цемента. Основные черты химии стронция, бария и радия. Свойства металлов и их соединений. Применение стронция, бария, радия и их соединений. (ПК-2, ПК-3)

1.6. АЛЮМИНИЙ (8 часов)

Минералы алюминия: бокситы, нефелин и др. Сущность процессов переработки боксита на оксид алюминия, принципы производства металлического алюминия. Сплавы алюминия. Корунд. Искусственные рубины. Алуминаты. Алюмотермия. Оксид алюминия. Соли алюминия, их гидролиз. Гидроксид алюминия. Строение гидроксидов. Полимеризация за счет процессов оляции и оксоляции. Комплексные соединения алюминия. Криолит. Квасцы. Безводные и гидратированные галогениды алюминия. Гидрид алюминия, алюмогидрид лития. Субсоединения алюминия. Реакции диспропорционирования и конпропорционирования. Получение сверхчистого алюминия из субсоединений. (ПК-2, ПК-3)

1.7. ПОДГРУППА ГАЛЛИЯ (5 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы. История открытия галлия (эка-алюминия), предсказание свойств галлия Д.И.Менделеевым. Периодический закон Д.И.Менделеева - основа дальнейшего развития неорганической химии. Нахождение галлия, индия и таллия в природе. Сущность процессов выделения галлия, индия и таллия из руд. Сущность методов получения металлов. Восстановление галлия галламой алюминия в щелочных растворах. Галлий, индий и таллий - рассеянные элементы.

Металлический **галлий**, его физические и химические свойства. Природа низкой температуры плавления и высокой температуры кипения галлия. Соединения галлия (+3) и галлия (+1). Оксиды галлия. Гидроксид галлия (+3). Соли галлия и их гидролиз. Галлаты.

Металлический **индий**. Применение сплавов индия. Соединения индия в различных степенях окисления. Гидроксид индия (+3). Соли индия (+3), их гидролиз.

Металлический **таллий**. Соединения таллия (+1) и (+3), особенности их свойств. Особенности химии таллия. Устойчивая степень окисления. Представления об инертной паре валентных электронов и природа этого явления. Применение соединений галлия, индия и таллия в полупроводниковой технике и других областях. (ПК-2, ПК-3)

1.8. ПОДГРУППА ГЕРМАНИЯ (8 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы. Нахождение в природе. Получение простых веществ. История открытия германия (эка-сицилия).

Свойства **германия**. Соединения германия (+4). Диоксид германия, германаты. Тетрахлорид германия. Гидриды. Соединения германия (+2). Германий как важный полупроводниковый материал.

Свойства α -, β - и γ -**олова**. α -олово - "бесцелевой" полупроводник. Природа "крика" олова. Соединения олова (+2). Восстановительные свойства соединений олова (+2). Соединения олова (+4). Оксид олова. Оловянные кислоты, их строение. Станнаты, тиостаннаты, сульфиды олова (+4). Хлорное олово. Комплексные соединения олова (+4). Применение олова и его соединений. Сплавы олова.

Свойства металлического **свинца**. Соединения свинца (+2). Оксид и гидроксид свинца. Соединения свинца (+4). Пломбаты, их строение. Комплексные соединения свинца (+4). Принципы переработки сернистых свинцовых руд. Применение металлического свинца и его соединений. Сплавы свинца. (ПК-2, ПК-3)

1.9. ПОДГРУППА МЕДИ (8 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы.

Природные соединения **меди**. Сущность процессов извлечения меди из руд и получение меди. Свойства металлической меди, ее сплавы. Соединения меди (+1), (+2). Соли меди (+2), строение кристаллогидратов с нечетным количеством молекул воды. Комплексные соединения. Практическое использование меди и ее соединений.

Основы получения и свойства металлического **серебра**. Сплавы серебра. Процесс серебрения. Понятие о процессе фотографирования. Свойства важнейших соединений серебра. Комплексные соединения серебра, их свойства, строение и использование.

Самородное **золото**, золотосодержащие руды. Принципы извлечения золота из руд. Свойства металлического золота. Процесс растворения металлического золота в растворах цианистых солей. Причина изменения окислительно-восстановительного состояния системы Au^0 , Au^{+1} при образовании растворимого комплексного аниона $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$. Выделение золота из цианистых растворов методом цементации. Оксиды и гидраты золота. Золотохлористоводородная кислота. Ауранты. Соли и комплексные соединения

золота. Применение золота и его соединений. Сульфидное золото. Понятие о пробирном анализе. (ПК-2, ПК-3)

1.10. ПОДГРУППА ЦИНКА (9 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы цинка.

Нахождение **цинка** в природе. Сущность процессов извлечения цинка из руд. Свойства металлического цинка, сплавы цинка. Оксид и гидроксид цинка. Состояние ионов цинка в водных растворах и неводных аммиачных растворах. Соли цинка и цинкаты. Цинк как комплексообразователь. Применение цинка и его соединений.

Природные соединения **кадмия**, извлечение кадмия из отходов цинкового производства. Кадмий и его сплавы. Оксид и гидроксид кадмия. Соли кадмия. Важнейшие комплексные соединения. Связь металл-металл в соединениях кадмия (+1). Применение металлического кадмия и его соединений.

Нахождение **ртути** в природе. Получение ртути. Свойства металлической ртути. Амальгамы. Причина низкой химической активности ртути. Особенности конфигурации $(n-1)d^{10}ns^2$. Роль инертной пары валентных s-электронов. Соединения ртути (+2), оксид ртути. Сулема. Киноварь. Комплексные соединения ртути. Производные ртути (+1), их строение и свойства. Связь металл-металл в соединениях ртути (+1). Доказательства существования этой связи. Каломель. Особые свойства монокристаллов каломели. Применение ртути и ее соединений. (ПК-2, ПК-3)

1.11. РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (5 часов)

Общая характеристика свойств элементов подгруппы скандия (**скандий**, **иттрий**, **лантан**, **лантаноиды**, **актиний**). Минералы редкоземельных элементов. Методы получения металлов и их свойства.

Особенности химии скандия. Соединения скандия, иттрия, лантана, актиния. Основные черты химии актиния.

Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в аномальных степенях окисления. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств простых веществ и химических соединений в семействе лантаноидов. Оксиды, гидроксиды и соли. Комплексные соединения, двойные соли. Влияние лантаноидного сжатия на устойчивость комплексных соединений. Разделение смесей редкоземельных элементов методом фракционного осаждения. Представление о методах ионнообменной сорбции и жидкостной экстракции. Хроматографическое разделение смесей лантаноидов. Использование соединений редкоземельных элементов в новой технике. (ПК-2, ПК-3)

1.12. ПОДГРУППА ТИТАНА (9 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы титана.

Нахождение **титана** в природе. Сущность получения титана из минерального сырья. Металлический титан, свойства, применение. Сплавы титана. Формы нахождения титана (+4) в водных растворах. Гидролиз галогенидов титана. Титанаты. Гидролиз титанатов. Процессы старения соединений титана. Процессы оляции и оксоляции. Гидроксиды и основные соли титана. Комплексные соединения титана. Диоксид титана и его применение. Соединения титана в низших степенях окисления. Моноксид титана.

Минеральное сырье **циркония** и **гафния**. Принципы получения металлов. Свойства ионов циркония (+4) и гафния (+4) в водных растворах. Гидроксиды циркония (α -, β - и γ -). Современные методы разделения циркония и гафния. фторцирконаты и фторгафнаты. Применение соединений циркония, гафния и их соединений.

Характеристика химических свойств 104Э (**резерфордия**). Сущность методов синтеза и идентификации резерфордия. (ПК-2, ПК-3)

1.13. ПОДГРУППА ВАНАДИЯ (9 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы ванадия.

Нахождение **ванадия** в природе. Способы извлечения ванадия из руд и получения металлического ванадия. Свойства металлического ванадия. Соединения ванадия в разных степенях окисления. Состояние ионов ванадия (+5) в кислых и щелочных водных растворах. Применение ванадия, сплавы ванадия.

Минералы **ниобия** и **тантала**. Принципы получения и свойства металлов. Состояние ионов ниобия (+5) и тантала (+5) в кислых и щелочных растворах. Оксиды и гидроксиды, соли, комплексные соединения. Ниобаты и танталаты. Методы разделения ниобия и тантала. Применение ниобия, тантала и их соединений. Nb_3Sn сверхпроводящее металлическое соединение. Сущность и значение явления сверхпроводимости для развития новейшей техники. (ПК-2, ПК-3)

1.14. ПОДГРУППА ХРОМА (9 часов)

Общая характеристика элементов подгруппы хрома.

Минеральное сырье **хрома**. Принципы переработки хромистого железняка. Свойства металлического хрома. Сплавы хрома. Важнейшие соединения хрома (+3). Комплексные соединения хрома (+3), аммиакаты, квасцы. Хромиты. Соединения хрома (+6), их свойства.

Минералы **молибдена** и **вольфрама**. Методы получения металлов. Химические соединения молибдена и вольфрама. Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Состояние молибдена (+6) и вольфрама (+6) в водных растворах. Изополисоединения. Гетерополисоединения. Карбиды. Соединения молибдена и вольфрама в низких степенях окисления. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь. Применение молибдена и вольфрама. Молибден и вольфрам как основа производства жаропрочных и твердых сплавов.

Соединения элементов со связью металл-металл (кластерные соединения). (ПК-2, ПК-3)

1.15. МАРГАНЕЦ, ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ (18 часов)

Общая характеристика элементов. Природные соединения. Принципы получения металлов. Оксиды, гидроксиды, галогениды и другие соединения. (ПК-2, ПК-3)

1.16. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (2 часа)

Проблемы и перспективы развития неорганической химии. Задачи синтеза новых неорганических соединений с заданными свойствами (полупроводники, тугоплавкие и сверхпроводящие сплавы, кластеры и т.д.). Физико-химические методы исследования неорганических соединений. Проблема получения веществ сверхвысокой чистоты. Металлоорганическая и бионеорганическая химия. Перспективы использования всех известных элементов в науке и технике. (ПК-2, ПК-3)

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) федеральные законы и нормативные документы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 020100 Химия (квалификация «бакалавр») (утверждён приказом Минобрнауки РФ № 531 от 19 мая 2010 года)
-

б) основная литература

1. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия, т.1. М.: Мир, 2004. 680 с.
2. Неорганическая химия (п/р Ю.Д.Третьякова), т.2 и 3. Химия переходных элементов. М.: Академия, 2004.
3. Димова Л.М., Кашевский А.В., Сафронов А.Ю., Стальмакова В.А. Металлическое состояние вещества (методические указания).- Иркутск:Изд.ИГУ, 2010. 44 с.

в) дополнительная литература

1. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1997. 526 с.
2. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Т. 1-3.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1998. 639 с.
4. Практикум по неорганической химии (п/р Ю.Д.Третьякова). М.: Академия, 2004. 384 с.
5. Хьюи Дж. Неорганическая химия. М.: Химия, 1987. 696 с.
6. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия, 1972-1973. Т. 1-2.
7. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. 3-е изд. М.: Химия, 1994. 588 с.
8. Новиков Н.Г., Жарский И.М. Общая и экспериментальная химия. Минск:Соврем. шк., 2007. 832 с.
9. Реми Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1972-1974. Т. 1-2.
10. Черняк А. С., Ясько Т. Н. Избранные главы неорганической химии. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1988. 232 с.
11. Зайцев О.С. Общая химия. Состояние веществ и химические реакции.-М.: Химия.- 1990.- 352 с.
12. Мюллер У. Структурная неорганическая химия. – М.:ИД Интеллект, 2011. 352 с.

г) программное обеспечение

д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921_exam.pdf
2. http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf
3. www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php
4. http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/neorg_him/lek_14.html
5. <http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua.html>
6. <http://www.edu.ru/db/portal/spe/archive.htm>
7. http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_neorganicheskaya.html
8. <http://www.edu.ru/window/library>
9. <http://www.novedu.ru>

10. http://www.newlibrary.ru/.../neorganicheskaya_himiya