

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2024 04:22:20
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a8999b1190892af53989420420336ffbf573a434e57780




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»**

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»


И.А. Трофимцова
«22» мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины
ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ**

**Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 8 от «15» мая 2019 г.)**

Благовещенск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	5
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА	15
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	21
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦА- МИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	22
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	22
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	23
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	25

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: изучить на углубленном уровне вопросы неорганической химии, в том числе химии координационных соединений.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Избранные главы неорганической химии» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.В.ДВ.01.02).

Для освоения дисциплины «Избранные главы неорганической химии» обучающиеся используют знания и умения, сформированные в ходе изучения «Неорганической химии», «Основы общей химии».

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ПК-1:

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

- ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.

- ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности

- ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- основы качественного анализа комплексных соединений;
- основные современные методы исследования неорганических веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;

- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;

- теоретические основы супрамолекулярной химии, теории строения комплексных соединений, окислительно-восстановительные реакции.

- основные законы неорганической, супрамолекулярной химии;

- **уметь:**

- проводить анализ комплексных соединений и интерпретировать полученные результаты;

- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты наблюдений и измерений;

- выявлять связь между физическими и химическими процессами, между строением и свойствами комплексных соединений,

- объяснять и анализировать на основе экспериментальных данных свойства веществ и процессы, протекающие при их взаимодействии;

- ставить химический эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента с неорганическими веществами;
- называть комплексные соединения по номенклатуре;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).
- **- владеть:**
 - навыками делать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ по неорганической химии;
 - навыками систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств неорганических веществ и материалов на их основе;
 - основными законами и закономерностями неорганической химии и применять их при решении задач, при анализе экспериментальных данных, полученных при исследовании;
 - способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы);
 - навыками постановки эксперимента, анализа и оценки результатов лабораторных исследований;
 - способами безопасного обращения с горючими и токсичными веществами, лабораторным оборудованием;
 - методами приготовления растворов заданной концентрации.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Избранные главы неорганической химии» составляет 2 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (72 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 2
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	44	44
Лекции	20	20
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа	28	28
Вид итогового контроля:	-	зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	

1.	Фундаментальные понятия в химии	4	2		2
2.	Супрамолекулярная химия	8	4		4
3.	Координационная химия	34	4	24	6
3.1	Лабораторная работа Особенности получения комплексных соединений	8		6	2
3.2	Лабораторная работа Комплексные соединения d-элементов	7		6	1
3.3	Лабораторная работа Получение и разрушение комплексных соединений	5		4	1
3.4	Лабораторная работа Свойства комплексных соединений	5		4	1
3.5	Лабораторная работа Окислительно-восстановительные реакции	5		4	1
4.	Кислоты и основания	6	2		4
5.	Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц	8	4		4
6.	Методы активации химических реакций	6	2		4
7.	Термобарический синтез	6	2		4
ИТОГО		72	20	24	28

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Фундаментальные понятия в химии	ЛК	Лекция с ошибками	2
2.	Получение и разрушение комплексных соединений	ЛР	Работа в малых группах	4
3.	Свойства комплексных соединений	ЛР	Работа в малых группах	2
4.	Кислоты и основания	ЛК	Лекция-дискуссия	2
5.	Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц	ЛК	Учебные групповые дискуссии	2
6.	Термобарический синтез	ЛК	Учебные групповые дискуссии	2
ИТОГО				14

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

1 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ В ХИМИИ

Типы химических связей, валентность, степень окисления, координационные числа, межмолекулярные (невалентные) взаимодействия.

2 СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ ХИМИЯ

Основные понятия. Клатраты и соединения включения, газовые гидраты, соединения с макроциклическими лигандами, самосборка, самоорганизация, комплементарность, перспективы применения.

3 КООРДИНАЦИОННАЯ ХИМИЯ

Основные понятия теории химической связи в комплексных соединениях (метод валентных связей, теория кристаллического поля, теория поля лигандов), типы лигандов и координационных соединений, особенности строения и изомерии, материалы на основе координационных соединений.

4 КИСЛОТЫ И ОСНОВАНИЯ

Кислоты и основания в неорганической, координационной и органической химии, суперкислоты, водные и неводные растворы и растворители, сверхкритические среды.

5 ХИМИЯ КЛАСТЕРОВ, УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ И НАНОЧАСТИЦ

Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц: особенности электронного строения, кратные связи металл-металл, цепи, металлополиэдр, магические числа, методы получения и стабилизации, материалы на основе кластерных соединений и наночастиц.

6 МЕТОДЫ АКТИВАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Методы активации химических реакций: методы «мягкой» химии, темплатный синтез, эпитаксия, метод CVD, синтез в сверхкритических средах, золь-гель технология, твердофазный синтез (общие положения), методы механохимической активации, дефекты и их классификация, синтез и модификация вещества в условиях экстремальных воздействий, плазмохимические методы синтеза, криохимия, синтез в условиях электромагнитного излучения различной интенсивности.

7 ТЕРМОБАРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Термобарический синтез: проблемы описания полиморфных модификаций и диаграммы состояния углерода, получение искусственных алмазов и алмазных пленок в квазигидростатических условиях, в режиме ударных волн, в условиях сдвиговых деформаций, из газовой фазы и на затравках, вероятные механизмы "прямого" и "каталитического" синтеза алмазов и пленок - роль металлов-катализаторов и природы исходного углеродного материала на РТ- условия фазового перехода. Методы синтеза кубического нитрида бора, диаграмма состояния и схемы механизмов образования в присутствии катализаторов фазового перехода. Нитриды кремния и углерода - новые сверхтвердые материалы, методы синтеза и кристаллизации.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению курса «Избранные главы неорганической химии».

Учебно-методические материалы по подготовке лекционных и лабораторных занятий в пособии представлены по каждому разделу дисциплины в соответствии с программой дисциплины и последовательностью изучения курса. Учебно-методические материалы включают:

1) лекционный материал курса по каждой и теме.

2) план самостоятельной работы студентов, содержащий тему изучаемого материала, задания для самостоятельной работы, список основной литературы.

3) учебно-методические материалы по подготовке к лабораторным занятиям

Необходимым условием успешного освоения курса является систематическая подготовка к лабораторному занятию, заключающаяся в:

- изучение теоретического материала по конспекту лекции, учебнику, практикуму, дополнительной литературе;

- решение расчетных задач;

- оформление лабораторных работ.

Выполнение упражнений даст возможность студентам глубже усвоить теоретический материал, применить полученные знания на практике, выработать прочные умения и навыки, необходимые химику.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
студентов по дисциплине**

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	1. Фундаментальные понятия в химии	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	2
2.	Супрамолекулярная химия	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	4
3.	Координационная химия	Изучение литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	6
4.	Кислоты и основания	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	4
5.	Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	4
6.	Методы активации химических реакций	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	4
7.	Термобарический синтез	Изучение литературы Конспектирование изученных источников	4
	ИТОГО		28

**5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
План лабораторных занятий**

№	Темы	Вид занятий	К-во часов
1	Особенности получения комплексных соединений	ЛР	6
2	Комплексные соединения d-элементов	ЛР	6
3	Получение и разрушение комплексных соединений	ЛР	4
4	Свойства комплексных соединений	ЛР	4
5	Окислительно-восстановительные реакции	ЛР	4
			24

Лабораторная работа № 1-3 (6 часов)

Особенности получения комплексных соединений

Оборудование: штатив с пробирками, мерные пробирки, стеклянные палочки, пипетки.

Реактивы: бензол, гексацианоферрат(III) калия кристаллический, роданид аммония

кристаллический, растворы: нитрат висмута 0,5 н, иодид калия 0,5 н и 0,1 н, нитрат ртути(II) 0,5 н, гидроксид натрия 2 н, сульфат (или хлорид) никеля(II) 0,5 н, 25% раствор аммиака, гексацианоферрат(II) калия 0,5 н, сульфат меди 0,5 н, соляная кислота 2 н, перманганат калия 0,5 н, хлорид (сульфат) кобальта(II) 0,5 н.

Ход работы:

Получение комплексных соединений.

Опыт 1. Получение соединений с комплексным анионом.

а) Получение тетраиодовисмутата(III) калия.

В пробирку к 3-4 каплям 0,5 н. раствора нитрата висмута прибавьте по каплям раствор 0,5 н. раствора иодида калия до выпадения темно-бурого осадка иодида висмута. Растворите этот осадок в избытке раствора иодида калия. Отметьте цвет полученного раствора. Может ли эта окраска обуславливаться присутствием ионов K^+ , I^- , Bi^{3+} ? Какой из этих ионов может быть комплексообразователем? С какими лигандами он может образовать в данном растворе сложный ион?

Напишите формулу координационного соединения и уравнения реакций его получения.

б) Получение тетраиодомеркурата(III) калия.

В две пробирки поместите по 2-3 капли 0,5 н. раствора нитрата ртути(II). Одну пробирку оставьте в качестве контрольной, а в другую добавьте 1-2 капли 0,5 н. раствора иодида калия до образования оранжевого осадка иодида ртути(II). Затем прилейте избыток иодида калия до полного растворения осадка. Испытайте растворы в обеих пробирках на присутствие ионов Hg^{2+} , добавив в каждую пробирку по 2 капли раствора гидроксида натрия.

Из какого раствора выпадает желтый осадок оксида ртути(II)? Почему во второй пробирке при действии щелочи осадок не выпадает?

Напишите уравнения проведенных реакций: образования иодида ртути и его взаимодействия с избытком иодида калия (координационное число иона Hg^{2+} равно четырем).

Напишите уравнения электролитической диссоциации нитрата ртути(II) и полученной комплексной соли - тетраиодомеркурата(II) калия.

Напишите выражение константы нестойкости для комплексного соединения.

Опыт 2: Получение соединений с комплексным катионом. Получение аммиачного комплекса никеля.

Получите осадок гидроксида никеля(II), внеся в пробирку 1-2 мл 0,5 н. раствора сульфата никеля и такой же объем 2 н. раствора гидроксида натрия. К части осадка добавьте 0,5-1 мл 25%-ного раствора аммиака. Что происходит? Сравните окраску ионов Ni^{2+} в растворе сульфата никеля с окраской полученного раствора. Присутствие каких ионов обуславливает окраску раствора?

Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций образования комплексного соединения никеля.

Опыт 3. Получение координационного соединения с комплексными анионом и катионом.

В пробирку внесите 1 мл 0,5 н. раствора гексацианоферрата(II) калия, $K_4[Fe(CN)_6]$, и двойное количество 0,5 н. раствора сульфата никеля(II). К полученному осадку прилейте раствор аммиака (25 %) до полного растворения осадка. Содержимое пробирки перемешайте стеклянной палочкой.

Наблюдайте постепенное образование мелких бледно-лиловых кристаллов комплексной соли $[Ni(NH_3)_6]_2[Fe(CN)_6]$. Напишите уравнение реакции получения комплексного соединения.

Химические свойства комплексных соединений.

Опыт 4. Комплексные соединения в реакциях обмена. Взаимодействие гексацианоферрата(II) калия с сульфатом меди(II).

В пробирку внесите 1-1,5 мл 0,5 н. раствора сульфата меди и добавьте такой же объ-

ем 0,5 н. раствора комплексной соли $K_4[Fe(CN)_6]$. Отметьте цвет образовавшегося осадка гексацианоферрата(II) меди. Напишите молекулярное и ионное уравнение реакции.

Опыт 5. Комплексные соединения в окислительно-восстановительных реакциях.

а) Восстановление гексацианоферрата(III) калия.

В пробирку внесите 1,5-2 мл 0,1 н. раствора иодида калия, 0,5-1 мл 2 н. соляной кислоты и 0,5 мл бензола. Отметьте, что бензол остается бесцветным. Добавьте несколько кристаллов комплексной соли железа(III) $K_3[Fe(CN)_6]$ и перемешайте раствор стеклянной палочкой. По изменению окраски бензола убедитесь в выделении свободного иода.

Напишите уравнение реакции взаимодействия гексацианоферрата(III) калия с иодидом калия, учитывая, что $K_3[Fe(CN)_6]$ переходит при этом в $K_4[Fe(CN)_6]$. Указать окислитель и восстановитель.

Какие ионы в комплексном соединении изменили степень окисления?

б) Окисление гексацианоферрата(III) калия

Поместите в пробирку 0,5-1 мл 0,5 н. раствора перманганата калия, добавьте несколько капель 2 н. раствора серной кислоты и добавьте по каплям 0,5 н. раствор гексацианоферрата(II) калия до обесцвечивания раствора.

Обесцвечивание раствора происходит вследствие восстановления перманганата калия до сульфата марганца(II). При этом комплексное соединение $K_4[Fe(CN)_6]$ окисляется до $K_3[Fe(CN)_6]$.

Напишите уравнение реакции окисления. Укажите окислитель и восстановитель.

Опыт 6. Устойчивость комплексного иона. Реакции обмена лигандами. Внесите в пробирку 1 мл хлорида (сульфата) кобальта(II) и прибавьте несколько кристаллов раствора роданида аммония NH_4CNS . Наблюдайте образование комплексного соединения синего цвета:



Добавьте в пробирку воды. Что наблюдаете? Сравните полученный раствор с раствором хлорида кобальта. Сравните устойчивость роданидного и аквакомплекса кобальта.

Лабораторная работа № 4-6 (6 часов)

Комплексные соединения d-металлов

Опыт 1. Влияние электронной конфигурации комплексообразователя на окраску комплексов

В сильно подкисленные растворы соединения титана(IV), молибдата (полимолибдата) аммония и вольфрамата аммония внесите по одной грануле цинка. При необходимости растворы кратковременно нагрейте до кипения. Объясните изменение окраски растворов, имея в виду восстановление Ti^{4+} до Ti^{3+} , MoO_4^{2-} до MoO_3^- и WO_4^{4-} до WO_3^+ .

Опыт 2. а) Влияние природы лигандов на окраску комплексов

Безводный сульфат меди(II) растворите в воде. Затем к полученному раствору прилейте раствор аммиака. Объясните окраску полученных растворов. Напишите реакции образования соответствующих комплексных катионов.

б) Сравнение окраски кристаллогидратов и безводных солей. В фарфоровых тиглях (лодочках) нагревайте кристаллогидраты состава $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, $CrCl_3 \cdot 6H_2O$, $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ до образования безводных солей. Отметьте различие в окраске исходных кристаллогидратов и образовавшихся безводных солей. После охлаждения смочите безводные соли водой. Объясните наблюдаемые изменения окраски.

Опыт 3. Растворение осадков малорастворимых соединений за счет комплексообразования

а) Осадок $AgBr$, полученный по обменной реакции, разделите пополам и поместите в две пробирки. На одну часть подействуйте раствором аммиака на вторую - раствором тиосульфата натрия. Объясните происходящее и напишите реакции.

б) Объясните, почему из раствора, содержащего комплексные ионы состава $[Ag(CN)_2]^-$, серебро(I) в форме $AgCl$ не осаждается, тогда как взаимодействие с сульфид-ионами приводит к образованию осадка Ag_2S .

Опыт 4. Сравнительная устойчивость комплексов. В трех пробирках получите аммиачный, тиосульфатный и нитритный комплексы серебра(I). К растворам полученных комплексных соединений прилейте по каплям раствор хлорида натрия. В две пробирки, в которых не выпал осадок, добавьте раствор бромида калия. В последнюю пробирку без осадка прилейте раствор иодида калия. Объясните наблюдаемое с учетом различий в значениях общих констант устойчивости комплексов и произведений растворимости галогенидов серебра(I).

Опыт 5. Окислительные свойства перманганат-иона

а) В три пробирки поместите равные объемы разбавленного раствора KMnO_4 . Затем в одну из них прилейте разбавленную серную (или соляную) кислоту, во вторую - воду и в третью - концентрированный раствор щелочи. Затем в каждую из пробирок прилейте раствор Na_2SO_3 . (В пробирку со щелочным раствором следует добавить большой избыток Na_2SO_3). Объясните различное поведение раствора KMnO_4 в зависимости от pH среды и напишите соответствующие реакции.

б) Окисление производных Mn перманганат-ионами. К разбавленному раствору KMnO_4 прилейте раствор MnSO_4 . Объясните происходящее, напишите и уравняйте соответствующую реакцию.

Опыт 6. Свойства соединений железа(II) и железа(III)

а) Восстановительные свойства соединений железа(II). К растворам соли железа(II) подкисленным разбавленной серной кислотой, в отдельных пробирках прилейте растворы KMnO_4 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Опишите наблюдаемые изменения и запишите соответствующие реакции.

б) Сравнительная устойчивость роданидного, фторидного и цианидного комплексов железа(III). К раствору соли железа(III) прилейте несколько капель раствора роданида калия или аммония. К полученному раствору добавьте фторид натрия. Объясните наблюдаемые изменения и запишите реакции.

в) К раствору гексацианоферрата(III) калия добавьте раствор роданида калия или аммония. Объясните неизменность окраски раствора.

г) Качественные аналитические реакции на железо(II) и железо(III)

К свежеполученному раствору FeSO_4 прилейте в отдельных пробирках растворы $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (желтая кровяная соль) и $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (красная кровяная соль). В каком случае наблюдаются изменения и в чем их причина. Приведите соответствующую химическую реакцию.

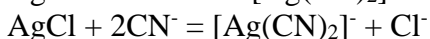
Те же самые опыты проведите в отношении раствора соли железа(III). Отметьте, в каком случае наблюдаются изменения и в чем их причина. Приведите соответствующую химическую реакцию. Укажите, какая из комплексных солей является селективным качественным реагентом на железо(II) и железо(III). Приведите названия образующихся осадков характерного цвета.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7-8 (4 часа)

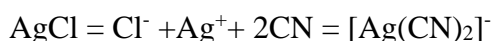
Получение и разрушение комплексных соединений

Образование и разрушение комплекса объясняется смещением равновесия его диссоциации объясняется принципом ЛеШателье. Равновесие диссоциации иона $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$ смещается в сторону образования комплекса (влево) при увеличении концентрации ионов Ag^+ и NH_3 . При этом образуются соединения, в которых центральный атом или лиганд связаны более прочно, чем в исходном комплексе. Многие комплексные соединения хорошо растворимы в воде, поэтому комплексообразование используется для перевода в раствор труднорастворимых соединений.

Хлорид серебра растворяется в избытке цианида калия:



Это связано с тем, что ион серебра в ионе $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ связан более прочно, чем в AgCl .



$$\text{PP}(\text{AgCl}) = 5 \cdot 10^{-8} K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 1 \cdot 10^{-21}$$

При добавлении азотной кислоты к $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ происходит разрушение комплекса, о чём свидетельствует изменения окраски раствора. Это связано с образованием катиона аммония, в котором аммиак связан с катионом водорода более прочно, чем с катионом никеля.



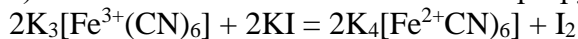
$$K_{\text{H}}[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} = 1 \cdot 10^{-8} K_{\text{H}}[\text{NH}_4]^+ = 6 \cdot 10^{-10}$$

При избытке H^+

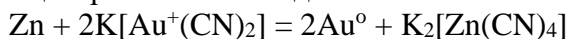
Комплексные соединения могут участвовать в окислительно-восстановительных реакциях. При этом изменяется степень окисления центрального атома.

Возможны реакции двух типов:

а) Изменение степени окисления без разрушения комплекса



б) Изменение степени окисления с разрушением комплекса в результате восстановления центрального иона до металла



Порядок выполнения работы

Опыт 1. Различие между двойной и комплексной солью.

Налейте в пробирку 10-12 капель раствора FeCl_3 и добавьте по каплям раствор роданида калия KCNS . Наблюдайте появление кроваво-красного окрашивания вследствие образования роданида железа $\text{Fe}(\text{CNS})_3$. Данная реакция позволяет обнаружить в растворе ионы железа Fe^{3+} .

В одну пробирку налейте 10-12 капель калия гексацианоферрита(3+) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, а в другую – 10-12 капель раствора железо-аммонийных квасцов $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. В обе пробирки по каплям добавьте раствор KCNS . Наблюдайте цвет растворов в пробирках. На основании этого сделать заключение, какая из взятых солей является двойной, а какая – комплексной.

Опыт 2. Образование и разрушение комплексных ионов.

Получение аммиачного комплекса меди.

а) Налейте в пробирку 10-12 капель раствора сульфата меди(II) и добавьте по каплям 25%-й раствор аммиака. Наблюдайте первоначальное образование осадка гидроксосульфата меди и последующее его растворение в избытке аммиака с образованием окрашенного раствора комплексной соли.

б) К полученному раствору добавьте небольшое количество раствора соляной кислоты. Наблюдайте изменение окраски раствора.

(Координационное число Cu^{2+} равно 4.)

Получение аммиачного комплекса серебра.

а) Налейте в пробирку 1-2 мл раствора нитрата серебра и столько же раствора хлорида натрия. Полученный осадок растворите, получив раствор комплексной соли серебра. Для этого добавьте несколько капель концентрированного раствора аммиака.

б) Полученный раствор комплексной соли серебра разлейте в две пробирки. В одну пробирку добавьте раствор хлорида натрия, в другую – раствор йодида калия. Наблюдайте отсутствие осадка в первой пробирке и его наличие во второй.

(Координационное число Ag^+ равно 2, $\text{PP}(\text{AgCl}) = 1 \cdot 10^{-10}$, $\text{PP}(\text{AgI}) = 1 \cdot 10^{-16}$, $K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 9,3 \cdot 10^{-8}$.)

Получение гидроксокомплекса цинка.

а) Налейте в пробирку 2-3 мл раствора сульфата цинка и добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до появления осадка. К раствору с осадком добавьте избыток щёлочи до полного растворения осадка в результате образования раствора комплексной соли.

б) К полученному раствору добавьте 3-4 капли раствора серной кислоты. Наблюдайте появление осадка в виде помутнения раствора.

(Координационное число Zn^{2+} равно 4.)

Получение роданидного комплекса железа.

В первую пробирку налейте 2-3 мл раствора хлорида железа (III), а во вторую – столько же раствора калия гексацианоферрита (3+). В каждую пробирку добавьте несколько капель раствора роданида калия. Наблюдайте изменение цвета раствора только в первой пробирке. На основании опыта сделайте вывод о том, какой из двух комплексов железа (3+) более устойчив – цианидный или роданидный?

Получение аммиачного комплекса никеля.

Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата никеля и добавьте по каплям концентрированный раствор аммиака. Наблюдайте осадок сульфата никеля и последующее его растворение вследствие образования раствора комплексной соли.

К полученному раствору добавьте равный объём насыщенного раствора бромида калия и наблюдайте образование осадка гексаамминникеля (2+) бромида. Затем к осадку добавьте раствор соляной кислоты. Отметьте растворение осадка и изменение цвета раствора. На основании результатов опыта сделайте вывод о том, какое соединение аммиака – $[NH_4]^+$ или $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ более устойчиво в данных условиях.

Опыт 3. Окислительно – восстановительные реакции с участием комплексных соединений.

а) Налейте в пробирку 1 мл раствора перманганата калия, добавьте равный объём раствора серной кислоты, а затем по каплям раствор калия гексацианоферрата (2+). Наблюдайте изменение окраски раствора.

б) Получите диаминаргенто (1+) хлорид (Опыт 3.2.2а). В раствор опустите кусочек металлического цинка. Что наблюдается?

в) Получите тетраамминмеди (2+) сульфат (Опыт 3.2.1.а). В раствор опустите кусочек металлического цинка. Что наблюдается на поверхности цинка?

г) Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида кобальта и 2 мл раствора аммиака. Отметьте цвет образовавшегося аммиачного комплекса кобальта (2+). К полученному раствору добавьте 1 мл раствора хлорида аммония и 2 мл раствора пероксида водорода. Содержимое пробирки нагрейте. Как изменяется цвет раствора вследствие окисления Co^{2+} до Co^{3+} ?

(Координационное число Co^{2+} и Co^{3+} равно 6.)

Опыт 4. Влияние концентрации раствора на комплексообразование.

Налейте в пробирку 10-12 капель раствора $CoCl_2$, добавьте по каплям насыщенный раствор $KCNS$. Наблюдайте изменение цвета раствора.

К полученному раствору по каплям добавляйте дистиллированную воду и наблюдайте за изменением цвета.

(Координационное число Co^{2+} равно 4.)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9-10 (4 часа)

Свойства комплексных соединений

Цель работы:

Ознакомление со свойствами комплексных соединений и двойных солей; получение комплексов различного типа; изучение устойчивости комплексных соединений с помощью качественных реакций.

Оборудование и реактивы:

Штатив с пробирками. Хлорид хрома(III). Тиоцианат аммония. Растворы: хлорида аммония (насыщ.), тиоцианата аммония (0,1 М), хлорида натрия (0,1 М), хлорида калия (0,1 М), тиоцианата калия (0,1 М), тиосульфата натрия (0,1 М), сульфита натрия (0,1 М), иодида кадмия (0,1 М), сульфата меди (0,1 М), нитрата серебра (0,1 М), сульфата цинка (0,1 М), сульфата кадмия (0,1 М), нитрата ртути(II) (0,1 М), хлорида бария (0,1 М), сульфата алюминия (0,1 М), хлорида олова(II) (0,1 М), нитрата свинца (0,1 М), сульфата хрома (0,1 М), соли Мора (0,1 М), хлорида железа(III) (0,1 М), сульфата кобальта (0,1 М), хлорида кобальта (насыщ.), сульфата никеля (0,1 М), соляной кислоты (конц.), аммиака (0,1 М), гексацианоферрата(II) калия, гексацианоферрата(III) калия, аммониево-железных квасцов. Сероводородная вода.

ОПЫТ 1. Свойства двойных и комплексных солей

В три пробирки поместить по 3 капли раствора аммониево-железных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. В четвертую пробирку поместить 3 капли гексацианоферрата(III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В первую пробирку прибавить 2 капли раствора тиоцианата аммония NH_4SCN , во вторую – 2 капли раствора хлорида бария BaCl_2 , в третью – 3 капли раствора гидроксида натрия (содержимое этой пробирки нагреть до появления запаха аммиака), в четвертую – 2 капли тиоцианата аммония.

Во всех ли пробирках происходит реакция? Написать уравнения диссоциации двойной и комплексной солей, молекулярные и ионные уравнения реакций, с помощью которых обнаруживались ионы солей в растворе. Написать выражение константы нестойкости комплексного иона $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, найти в таблице ее числовое значение и сделать вывод об устойчивости этого иона в растворе.

ОПЫТ 2. Свойства аквакомплексов

А. Поместить в небольшой тигель 1 микрошпатель медного купороса. Слабо прокалить содержимое тигля. Обратит внимание на изменение цвета кристаллов. После того как тигель остынет, добавить 1 – 2 капли воды, отметить изменение окраски раствора. Написать уравнения реакций.

Б. В пробирку поместить 1 микрошпатель кристаллогидрата хлорида кобальта(II) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, осторожно нагреть. Наблюдать изменение цвета, соответствующее реакции отщепления воды.



Охладить пробирку и прибавить несколько капель раствора NaOH . Записать наблюдения.

ОПЫТ 3. Получение и свойства некоторых аммиакатов

А. Поместить в пробирку 3 капли сульфата меди(II) CuSO_4 , затем прибавить 2 капли гидроксида аммония NH_4OH .

Наблюдать выпадение осадка гидроксида меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Отметить цвет осадка и записать уравнение реакции.

К полученному осадку прибавить избыток концентрированного раствора NH_4OH . Что наблюдается? Записать уравнение реакции получения сульфата тетраамминомеди(II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

Прибавить к полученному раствору 3 – 5 капель сероводородной кислоты H_2S . Написать уравнение реакции и объяснить выпадение черного осадка, учитывая, что $\text{PP}_{\text{CuS}} = 8,5 \cdot 10^{-45}$.

Б. К 1 капле раствора нитрата серебра AgNO_3 прибавить 2 капли раствора хлорида калия KCl или натрия NaCl . К полученному осадку прибавить раствор гидроксида аммония NH_4OH до полного растворения осадка хлорида серебра AgCl . Написать уравнения реакций.

В пробирку с полученным раствором хлорида диаминсеребра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ прибавлять по каплям разбавленной азотной кислоты HNO_3 (3 – 5 капель). Написать уравнение реакции и объяснить образование осадка при прибавлении HNO_3 .

В. К 3 каплям раствора соли никеля(II) добавлять по каплям водный раствор аммиака NH_4OH до растворения выпадающей в осадок основной соли. Отметить цвет получившегося раствора. Записать уравнения реакций (координационное число Ni^{2+} равно 6).

ОПЫТ 4. Получение и свойства ацидокомплексов

А. В пробирку внести 2 – 3 капли раствора нитрата ртути(II) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и добавлять по каплям раствор иодида калия KI , до образования осадка иодида ртути HgI_2 . Отметить цвет осадка. К осадку добавить избыток раствора KI до растворения осадка. Написать уравнение реакции взаимодействия HgI_2 с избытком иодида калия (координационное число Hg^{2+} равно 4). Написать уравнение диссоциации полученного комплексного иона.

Полученный раствор тетраиодогидраргирата(II) калия $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ разделить на две части. К одной части добавить несколько капель раствора щелочи, а к другой – сероводородной воды H_2S . Отметить наблюдения и объяснить полученные результаты.

Б. Получить осадок AgCl . Затем по каплям прибавлять раствор тиосульфата натрия до полного растворения осадка. Написать уравнение реакции получения дитиосульфатоаргентата натрия. (Координационное число иона Ag^+ равно 2.)

В. К 1 – 2 каплям раствора сульфата меди CuSO_4 добавить столько же раствора гексацианоферрата(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Отметить цвет образовавшегося осадка и написать уравнения реакций.

Г. К 1 – 2 каплям раствора хлорида железа(III) FeCl_3 прибавить столько же раствора гексацианоферрата(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

К 1 – 2 каплям свежеприготовленного раствора сульфата железа(II) FeSO_4 прибавить 1 – 2 капли гексацианоферрата(III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Отметить наблюдения и написать для обоих опытов уравнения реакций, учитывая, что в первом опыте получится гексацианоферрат(II) железа(III) калия $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ («берлинская лазурь»), а во втором — гексацианоферрат(III) железа(II) калия («турнбуллева синь»), имеющего такую же формулу.

ОПЫТ 5. Образование гидроксокомплексов

В три пробирки поместить отдельно растворы солей цинка, хрома(III) и алюминия. В каждую из них добавлять по каплям раствор щелочи. Наблюдать вначале выпадение осадков, а затем их растворение в избытке щелочи. Написать уравнение реакции образования растворимых гидроксокомплексов, содержащих ионы $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11-12 (4 часа) ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Цель работы:

Проведение качественных опытов, раскрывающих окислительные и восстановительные свойства отдельных веществ.

Оборудование и реактивы:

Штатив с пробирками. Бромид калия. Иодид калия. Сульфит натрия. Тригидрат нитрата меди(II). Растворы: хлорида железа(III) (1 М), хлорида железа(II) (1М), хлорида олова(IV) (1 М), хлорида олова(II) (1 М), гексацианоферрата(III) калия (1 М), серной кислоты (2М). перманганата калия (0,05 М), дихромата калия (1 М), гидроксида калия (40 %-ный), сульфита натрия (0,1 М), иодида калия (0,1 М), нитрита натрия (0,1 М), соли Мора, тиоцианата аммония (0,1 М), серной кислоты (конц.), гексацианоферрата(II) калия (0,1 М), хлорида калия (0,1 М), сульфата меди(II) (0,1 М), хлорида бария (0,1 М). Сероводородная вода, хлорная вода, бромная вода, иодная вода.

ОПЫТ 1. Окислительные свойства перманганата калия

в разных средах

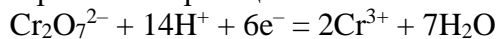
В три пробирки внести по 3 – 4 капли раствора перманганата калия KMnO_4 . Затем в первую добавить 3 – 4 капли разбавленного раствора H_2SO_4 , во вторую – 3 – 4 капли воды, в третью – 3 – 4 капли концентрированного раствора KOH .

В каждую пробирку внести раствор сульфита натрия Na_2SO_3 до изменения цвета раствора.

Отметить наблюдаемые изменения. Написать уравнения реакций между KMnO_4 и Na_2SO_3 в кислой, нейтральной и щелочной средах. Рассчитать ЭДС реакций, используя таблицу стандартных окислительно-восстановительных потенциалов. Сделать заключение об окислительной способности перманганата в разных средах.

ОПЫТ 2. Окислительные свойства дихромата калия

Определить возможность протекания реакции



при использовании в качестве восстановителей – иодида калия KI , сероводородной воды H_2S и нитрата натрия NaNO_2 , рассчитав ЭДС каждой реакции. Подтвердить правильность ответа опытным путем. Для этого в три пробирки внести по 3 – 4 капли раствора дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и по 3 – 4 капли разбавленного раствора H_2SO_4 . В первую пробирку добавить раствор иодида калия KI , во вторую – раствор сероводорода H_2S , в третью – раствор нитрита натрия NaNO_2 до появления устойчивой окраски. Записать наблюдения и уравнения реакций.

ОПЫТ 3. Влияние комплексообразования

на окислительно-восстановительные свойства веществ

Стандартный окислительно-восстановительный потенциал для простых ионов железа больше, чем для цианидных комплексных ионов.

По значениям E^0 определить:

- 1) какие ионы – Fe^{2+} или $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ – могут быть окислены йодной водой;
- 2) какие ионы – Fe^{3+} или $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ – способны окислить иодид-ионы. Ответ подтвердить экспериментально.

Для этого в две пробирки внести по 3 – 4 капли йодной воды. В одну пробирку добавить 3 – 4 капли раствора соли, содержащей Fe^{2+} , в другую – 3 – 4 капли раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В какой пробирке наблюдается обесцвечивание йодной воды?

В две другие пробирки внести 3 – 4 капли раствора иодида калия KI , подкислить разбавленным раствором H_2SO_4 . Затем в одну пробирку добавить 3 – 4 капли раствора хлорида железа(III) FeCl_3 , в другую – 3 – 4 капли раствора гексацианоферрата(III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

В какой пробирке выделяется свободный иод? Сделать вывод о влиянии комплексообразования на окислительные способности ионов Fe^{3+} .

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-1 ПК-1	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии

			четырёх-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
Тест		Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
Реферат		Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый – удовлетворительно	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
		Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
		Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Коллоквиум		Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.

		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;

4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа № 1

Вариант 1

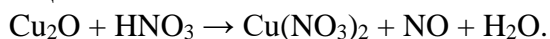
1. Энергия стабилизации кристаллическим полем равна $-6Dq$. Установить все возможные электронные конфигурации атомов. Привести примеры комплексных соединений.
2. Рассчитать величину $10Dq$ для следующих комплексов: $[\text{CrCl}_6]^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ и объяснить какой комплекс характеризуется низкоспиновым состоянием.
3. Установлено, что в комплексе $[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]^{4+}$ аксиальные связи металл-лиганд значительно короче экваториальных. Объясните этот экспериментальный факт.
4. Составьте энергетическую диаграмму для $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ по методу МО.
5. Составьте уравнения следующих реакций:
 $\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{O} =$
 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Mn}_2\text{O}_7 =$
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} =$
и укажите функцию каждого реагента по Луксу-Флуду.
6. Рассчитайте энтальпию кислотно-основного взаимодействия для системы йод – аммиак; метил-катион – фтор.

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Какие из реакций, протекающих по схемам:
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{CrO}_3 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
являются окислительно-восстановительными. Расставьте коэффициенты в уравнениях окислительно-восстановительных реакций ионно-электронным методом. Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель.
2. По степени окисления фосфора в соединениях PH_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, душей по схеме
$$\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$$
3. Реакции протекают по схемам:
$$\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{PbS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$$

Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Укажите для каждой реакции окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, какое восстанавливается.
4. Укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях: $\text{Mn}^{6+} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$; $\text{Cl}^{6+} \rightarrow \text{Cl}^-$; $\text{N}^{3-} \rightarrow \text{N}^{5+}$. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, протекающей по схеме



ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тест «Комплексные соединения»

1. При добавлении в раствор избытка лигандов концентрация ионов комплексобразователя в растворе

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется
4. изменяется различным образом в зависимости от природы комплексобразователя

ля

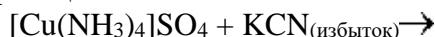
5. изменяется различным образом в зависимости от природы лигандов

2. Продукты химической реакции:



1. $\text{Al}(\text{OH})_3$	2. $\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$	3. K_3AlO_3
4. $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$	5. K_2SO_4	6. H_2O
7. KHSO_4	8. KAlO_2	9. Al_2O_3

3. Продукты химической реакции:



1. CuSO_4	2. $\text{Cu}(\text{CN})_2$	3. $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$
4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5. NH_3	6. NH_4CN
7. K_2SO_4	8. KOH	9. KHSO_4

4. Концентрация ионов $[\text{Cu}^+]$ в 0,01 М растворе $\text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$, содержащем 0,1 М избыточного KCN равна $1,0 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Константа устойчивости комплексного иона $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^+$ составит

1. $1,0 \cdot 10^{-7}$
2. $1,0 \cdot 10^{-6}$
3. $1,0 \cdot 10^{-5}$
4. $1,0 \cdot 10^5$
5. $1,0 \cdot 10^6$
6. $1,0 \cdot 10^7$

5. Первая и вторая ступенчатые константы нестойкости комплексного иона $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ соответственно равны:

$$K_{\text{н1}} = 2,0 \cdot 10^{-5}; K_{\text{н2}} = 1,5 \cdot 10^{-9}.$$

Общая константа нестойкости рассматриваемого комплексного иона окажется равной

1. $3,3 \cdot 10^{13}$
2. $2,9 \cdot 10^{14}$
3. $3,0 \cdot 10^{-13}$
4. $3,0 \cdot 10^{-14}$
5. $3,5 \cdot 10^{-14}$
6. $3,0 \cdot 10^{-45}$

6. Константа нестойкости комплексного иона $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ равна отношению

1. $[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]/[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]$
2. $[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2/[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]$
3. $[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]/[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]$
4. $[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]/[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2$
5. $[\text{Ag}^+][2\text{NH}_3]/[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]$
6. $[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]/[\text{Ag}^+][2\text{NH}_3]$

7. Определите продукты химической реакции:



1. $\text{Fe}(\text{CN})_2$	2. $\text{Fe}(\text{CN})_3$	3. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	4. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
5. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	6. K_2SO_4	7. SO_2	8. $(\text{CN})_2$

8. Определите продукты химической реакции:



1. $\text{Fe}(\text{CN})_2$	2. $\text{Fe}(\text{CN})_3$	3. $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	4. $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
5. FeSO_4	6. Na_2SO_4	7. SO_2	8. $(\text{CN})_2$

9. Комплексное соединение $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ может быть разрушено в результате

1. добавления нитрата натрия
2. добавления азотной кислоты
3. добавления серной кислоты
4. добавления аммиака
5. добавления хлорида натрия
6. нагревания

10. Концентрация ионов Ag^+ в 0,1 М растворе $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ($K_{\text{нест}}=7.2 \cdot 10^{-8}$), содержащем избыток аммиака, равна $8,0 \cdot 10^{-10}$ моль/л. Рассчитайте концентрацию избыточного аммиака (в моль/л) в данном растворе.

11. Продукты химической реакции:



1. $\text{Fe}(\text{CN})_2$	2. $\text{Fe}(\text{CN})_3$	3. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
4. K_2MnO_4	5. MnSO_4	6. MnO_2
7. K_2SO_4	8. KOH	9. H_2O

12. Продукты химической реакции:



1. CuO	2. $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$	3. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
4. NH_4NO_3	5. NH_3	6. H_2O
7. NO	8. NO_2	9. O_2

13. Расставьте стехиометрические коэффициенты в уравнении химической реакции:

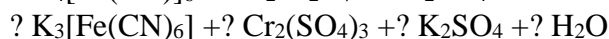


14. Определите продукты химической реакции:



1. NiSO_4	2. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	3. NiS	4. $\text{Ni}(\text{OH})_2$
5. NH_3	6. NH_4NO_3	7. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	8. N_2
9. Na_2SO_4	10. NaNO_3	11. NaOH	12. H_2O

15. Расставьте стехиометрические коэффициенты в уравнении химической реакции:



ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Методы активации химических реакций.
2. Методы механохимической активации.
3. Плазмохимические методы синтеза.
4. Синтез в условиях электромагнитного излучения различной интенсивности.
5. Термобарический синтез.
6. Методы синтеза кубического нитрида бора.
7. Нитриды кремния и углерода - новые сверхтвердые материалы, методы синтеза и кристаллизации.

ВОПРОСЫ КОЛЛОКВИУМА

1. Основные понятия супрамолекулярной химии.
2. Клатраты и соединения включения, газовые гидраты, соединения с макроциклическими лигандами.
3. Самосборка, самоорганизация, комплементарность.

4. Перспективы применения супрамолекулярных соединений.
5. Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц
6. Особенности электронного строения кластеров.
7. Методы получения и стабилизации кластеров.
8. Материалы на основе кластерных соединений и наночастиц.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Типы химических связей, валентность, степень окисления, координационные числа, межмолекулярные (невалентные) взаимодействия.
2. Клатраты и соединения включения, газовые гидраты, соединения с макроциклическими лигандами, самосборка, самоорганизация, комплементарность, перспективы применения.
3. Основные понятия теории химической связи в комплексных соединениях (метод валентных связей, теория кристаллического поля, теория поля лигандов), типы лигандов и координационных соединений, особенности строения и изомерии, материалы на основе координационных соединений.
4. Кислоты и основания в неорганической, координационной и органической химии, суперкислоты, водные и неводные растворы и растворители, сверхкритические среды.
5. Химия кластеров, ультрадисперсных и наночастиц: особенности электронного строения, кратные связи металл-металл, цепи, металлополиэдры, магические числа, методы получения и стабилизации, материалы на основе кластерных соединений и наночастиц.
6. Методы активации химических реакций: методы «мягкой» химии, темплатный синтез, эпитаксия, метод CVD, синтез в сверхкритических средах, золь-гель технология, твердофазный синтез (общие положения).
7. Термобарический синтез: проблемы описания полиморфных модификаций и диаграммы состояния углерода, получение искусственных алмазов и алмазных пленок в квазигидростатических условиях.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических

средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Координационная химия: учеб.пособие для студ. вузов / В.В. Скопенко [и др.]. – М. : Академкнига, 2007. – 487 с. (10 экз.)

2. Хаускрофт, К. Современный курс общей химии. В 2 т. / К. Хаускрофт, Э. Констебл ; под ред. В.П. Зломанова ; пер. с англ. – М. : Мир, 2002. – (Лучший зарубежный учебник). (Т.1 – 13 экз., Т.2 – 14 экз.)

3. Кнотько, А.В. Химия твердого тела: учеб.пособие для студ., обучающихся по спец. «Химия» / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – М. : Академия, 2006. – 301 с. (19 экз.)

Дополнительная литература

1. Ардашникова, Е.И. Сборник задач по неорганической химии: учеб.пособие / Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм ; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. : Академия, 2008. – 207 с. (20 экз.)

2. Артеменко, А.И. Справочное руководство по химии / А.И. Артеменко, И.В. Тикуннова, В.А. Малеванный. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. :Высш. шк., 2003. – 368 с. (27 экз.)

3. Глинка, Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: учеб.пособие для студ. нехим. спец. вузов / под ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – М. : Интеграл-Пресс, 2011. – 240 с. (16 экз.)

4. Ерыгин, Д.П. Методика решения задач по химии: учеб.пособие для студ. пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / Д.П. Ерыгин, Е.А. Шишкин. – М. : Просвещение, 1989. – 173 с. (15 экз.)

5. Коровин, Н.В. Общая химия: учебник для студ. вузов / Н.В. Коровин. – 10-е изд., перераб. – М. :Высш. шк., 2008. – 556 с. (5 экз.)

6. Лидин, Р.А. Неорганическая химия в реакциях: справочник / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева. – 2-е изд., перераб., доп. – М. : Дрофа, 2007. – 637 с. (5 экз.)

7. Фролов, В.И. Практикум по общей и неорганической химии: учеб.пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению «Металлургия», «Химическая технология и биотехнология» / В.И. Фролов, Т.М. Курохтина, З.Н. Дымова ; под ред. Н.Н. Павлова, В.И. Фролова. – 2-е изд., перераб., доп. – М. : Дрофа, 2002. – 301 с. (30 экз.)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. XuMuK.ru <http://www.xumuk.ru>
2. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
3. Портал научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник <https://polpred.com/news>
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 109 «А». Лаборатория общей химии

- Стол письменный 2-мест. (10 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (21 шт.)
- Ноутбук «Samsung» с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X(1 шт.)
- Фотоэлектрокалориметр (1 шт.)
- Нагреватель для пробирок (1 шт.)
- Шкаф SL-65T (1 шт.)
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Весы ЕК-410 (технические) (1 шт.)
- Электроплита (3 шт.)
- Доска для сушки посуды (1 шт.)
- Набор посуды принадлежностей для демонстрационных опытов по химии
- Набор деталей для монтажа установок, иллюстрирующих химические производства
- Столик подъемный (1 шт.)
- Штатив для демонстрационных пробирок ПХ-21 (10 шт.)
- Штатив металлический ШЛБ (10 шт.)
- Экран фоновый черно белый (двусторонний) (1 шт.)
- Аппарат Киппа (1 шт.)
- Аппарат для проведения химических реакций (АПХР) (1 шт.)
- Набор для опытов по химии с электрическим током (Электролизёр) (1 шт.)
- Комплект термометров
- Комплект–лаборатория «Пчёлка–У» (5 шт.)
- Прибор для демонстрации закона сохранения массы веществ (1 шт.)
- Прибор для иллюстрации зависимости скорости химической реакции от условий (1 шт.)
- Прибор для окисления спирта над медным катализатором (1 шт.)
- Прибор для получения растворимых твердых веществ ПРВ (1 шт.)
- Установка для перегонки (1 шт.)

- Установка для фильтрации под вакуумом (1 шт.)
- Набор для экологического мониторинга окружающей среды (1 шт.)
- Набор по электрохимии лабораторный (1 шт.)
- Набор по тонкослойной хроматографии (1 шт.)
- Прибор для получения газов (1 шт.)
- Набор кристаллических решеток (1 шт.)
- Набор для моделирования строения неорганических веществ органических веществ (1 шт.)
- Набор для моделирования типов химических реакций (модели-аппликации) (1 шт.)
- Набор для моделирования электронного строения атомов (1 шт.)
- Набор для моделирования строения атомов и молекул (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Избранные главы неорганической химии»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoftoffice, Libreoffice, OpenOffice; AdobePhotoshop, Matlab, DrWebantivirus и т.д.

Разработчик: Родионова Н.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2020/2021 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 9 от «11» июня 2020 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: титульный лист	
Исключить: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙ- СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	Включить: МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕ- ЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Утверждение изменений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 7 от 14 апреля 2021 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2 № страницы с изменением: 23	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 3 № страницы с изменением: 23	
Из пункта 9.3 исключить:	В пункт 9.3 включить:
1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник (http://polpred.com/news) 2. ЭБС «Лань» (http://e.lanbook.com)	1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?)

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 1 от 14 сентября 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 4 № страницы с изменением: 22-23	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 9 от 28 июня 2023 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.
РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).