



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**



«Согласовано»  
Руководитель ОП  
Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
«05» февраля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
(подпись)



Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
«05» февраля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Химия координационных соединений  
**Направление подготовки 04.03.01 «Химия»**  
(«Фундаментальная химия»)  
**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 часов  
лабораторные работы 00 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 8 / пр. 16 / лаб. 00 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 24 час.  
самостоятельная работа 27 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 10 час.  
контрольные работы (количество) не предусмотрены  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет не предусмотрен  
экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН  
протокол № 5 от «15» января 2021 г.

Заведующий кафедрой к.х.н., доцент Капустина А.А.  
Составитель (ли): к.х.н. Третьякова Г.О.

Владивосток  
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Капустина А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Капустина А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Капустина А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Капустина А.А.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

### Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Химия координационных соединений» является формирование теоретических и практических систематических знаний в области строения, устойчивости, реакционной способности и дизайна координационных соединений.

### Задачи:

- рассмотрение общих вопросов координационной химии: история развития, терминология, номенклатура;
- развитие представлений о теоретических моделях, используемых для описания химической связи в координационных соединениях;
- изучение основных аспектов общих свойств координационных соединений: изомерия, устойчивость, реакционная способность, способы синтеза.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	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
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование	ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

	процессов с их участием	
--	-------------------------	--

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает способы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также методы определения свойств веществ и материалов с позиций координационной химии.
	Умеет систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов с позиций координационной химии
	Владеет способами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также методами определения свойств веществ и материалов с позиций координационной химии.
ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знает методы интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии
	Умеет интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии
	Владеет навыками интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии
ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знает способы сформулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
	Владеет способностью формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
	Умеет работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
	Владеет навыками работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Общие вопросы координационной химии	6	2	-	6				УО-1; УО-3; ПР-1; ПР-2; ПР-4;
2	Раздел 2. Модели химической связи в координационных соединениях	6	6	-	10	-			
	Раздел 3. Общие свойства координационных соединений	6	6	-	10	-	27	27	
	Раздел 4. Реакционная способность координационных соединений	6	4	-	10	-			
	Итого:	6	18	-	36	-	27	27	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (18 час.)

#### Раздел 1. Общие вопросы координационной химии (2 часа)

##### Тема 1. Общие положения (2 часа)

Понятие комплексного координационного соединений. Терминология координационных соединений: центральный атом, лиганды, координационная

сфера, координационный полиэдр, координационное число, дентатность лиганда, хиральность. Номенклатура координационных соединений. Ранние теории координационной химии (концепции Грема, Гофмана, Иоргенсена). Координационная теория Вернера.

**МАО - лекция – беседа (2 часа).**

**Раздел 2. Модели химической связи в координационных соединениях (6 часов)**

**Тема 2. Ионно-ковалентные и электростатические представления (2 часа)**

Ионная связь. Электростатическая теория Косселя. Поляризация ионов. Ковалентная связь. Теория гомеоплярной связи Льюиса. Донорно-акцепторная связь. Размеры ионов, ионные и кристаллические радиусы. Термохимические радиусы. Концепция эффективного атомного номера, правило 18 электронов. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки. Достоинства и недостатка электростатических теорий.

**МАО - лекция – беседа (2 часа).**

**Тема 3. Квантово-механические модели (4 часа)**

Метод валентных связей. Теория резонанса Полинга. Гибридизация связей. Внутриорбитальные и внешнеорбитальные комплексы. Достоинства и недостатки метода валентных связей.

Теория кристаллического поля. Предпосылки развития ТКП. Основные положения теории кристаллического поля. Сильное и слабое кристаллическое поле. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Магнитные свойства и окраска комплексов.

Теория поля лигандов. Основные положения. Нефелоскетический эффект. Спектрохимический ряд лигандов. Диаграмма молекулярных орбиталей октаэдрических, тетраэдрических, плоско-квадратных комплексов. Эффект Яна-Теллера.

**МАО - лекция – беседа (4 часа).**

**Раздел 3. Общие свойства координационных соединений (6 часов)**

**Тема 4. Геометрия координационных соединений (2 часа)**

Изомерия комплексных соединений. Геометрическая изомерия. Ионная изомерия. Сольватная изомерия. Координационная изомерия. Координационная полимерия. Структурная изомерия. Изомерия координационного положения. Конформационная изомерия. Оптическая изомерия.

**Тема 5. Стереохимия комплексных соединений (2 часа)**

Геометрия координационных полиэдров и их форма. Факторы, влияющие на строение координационных полиэдров. Стерические эффекты. Природа центрального атома и лигандов. Структура координационных соединений переходных металлов. Стереохимически нежесткие комплексы.

**Тема 6. Устойчивость координационных соединений (2 часа)**

Комплексные соединения в растворах. Константы устойчивости.

Энтальпийный и энтропийный вклады в константы устойчивости. Закономерности в устойчивости координационных соединений. Природа комплексообразования. Природа лигандов. Хелатный и макроциклический эффект. Правило циклов.

**Раздел 4. Реакционная способность координационных соединений (4 часа)**

**Тема 7. Проблема взаимного влияния и кислотно-основных превращений (2 часа)**

Понятия трансэффекта: определения и терминология. Механизм взаимного влияния. Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Концепция кислот и оснований Льюиса. Теория жестких кислот и мягких оснований.

**Тема 8. Процессы замещения лигандов и окислительно-восстановительные реакции (2 часа)**

Лабильность и инертность комплексов. Классификация комплексов по механизмам замещения. Замещение в квадратных комплексах. Замещение в октаэдрических комплексах. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Внутрисферный механизм. Внешнесферный механизм.

## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Практические занятия (36 часов)

#### Практическое занятие №1. Терминология координационных соединений. Ранние теории строения координационных соединений (2 часа)

1. Дайте собственное определение комплексного соединения. Объясните, почему не имеет смысла в этом определении опираться на характеристики химической связи, на представления теории валентности или на устойчивости соединений.

2. Какие соединения можно рассматривать как соединения первого и высшего порядка?

3. Можно ли считать комплексными соединения, в структуре которых в качестве центральных содержатся фрагменты, состоящие из нескольких атомов металла? Ответ поясните.

4. Приведите примеры координационных и комплексных соединений.

5. Попробуйте формализовать понятие «координационная сфера». Можно ли это сделать? Если можно, то с помощью каких терминов?

6. Понятие «координационный полиэдр» формулируется через понятие «координационного многогранника». Каким образом его выбрать и насколько необходимо при этом учитывать его объем?

7. Необходимо ли при определении координационного числа учитывать неподеленные электронные пары?

8. Приведите примеры полидентатных лигандов. Могут ли в комплексных соединениях с такими лигандами реализоваться не все координационные возможности центрального атома?

9. Приведите примеры хиральных комплексов, в состав которых входит 4, 5 или 6 лигандов.

10. Перечислите достоинства и недостатки довернеровских теорий строения комплексных соединений.

11. В чем заключаются теории Грема и Гофмана строения аммиакатов?

12. Опишите по теории Гофмана формулу соли хрома, по современным представлениям имеющей формулу  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$ .

#### МАО - Групповая дискуссия (2 часа).

#### Практическое занятие №2. Номенклатура координационных соединений (4 часа)

1. Что понимал Вернер под побочной валентностью? Насколько рамки существовавшей в 1900-е гг. классической теории строения подходили

для описания комплексных соединений?

2. Как Вернер представлял себе химическое сродство? Что такое координация по Вернеру?

3. Что такое координационное число по Вернеру?

4. Как Вернер понимал соотношение понятий координации и валентности?

5. Приведите примеры комплексных соединений меди, никеля, серебра с разными КЧ.

6. Как понимать термин «координационная емкость центрального атома и заместителей»?

7. Можно ли увязать дентатность лиганда с устойчивостью образованных им структур внутри комплекса?

8. Могут ли по Вернеру оставаться вакантными координационные места около центрального атома?

9. Как подсчитать заряд комплексного иона?

10. Сколько типов классических вернеровских комплексов существует?

11. Напишите химические формулы комплексных соединений, называемых следующим образом: соли Дрекслея, Чугаева, Пейроне, Вокелена, Гро, Нихро, Фреми, Клауса, Рейнеке, Фишера, первая соль Косса, вторая соль Косса, зеленая соль Магнуса, розовая соль Магнуса, розовая соль Клеве, хлорид первого основания Рейзе, хлорид второго основания Рейзе, соль Белуцци, берлинская лазурь, прусская синь, нитропруссид натрия, комплекс Кройц — Таубе.

12. Назовите в соответствии с требованиями современной номенклатуры соединения заданного состава.

13. Заданным комплексным соединениям припишите химическую формулу.

**МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

**Практическое занятие №3. Ионно-ковалентные и электростатические представления строения координационных соединений (4 часа)**

1. Перечислите теоретические модели, используемые для описания химической связи в координационных соединениях. Оцените их приемлемость для описания энергетики, спектральных свойств, магнетизма.

2. Опишите следствия принятия тезисов об ионности и ковалентности химической связи в соединениях типа хлорида натрия, карбонила никеля и боргидридов.

3. Существует ли некулоновский механизм описания химических взаимодействий двух и многих частиц в газовой фазе и кристаллических телах?

4. Оцените корректность вычисления чисел валентности по числу электронов, участвующих в химическом взаимодействии, или по числу электронных пар.
5. Можно ли получить экспериментальное подтверждение существования в молекуле атомов в той или иной валентности?
6. Обязательно ли число валентности должно быть целочисленным?
7. Перечислите достоинства и недостатки представлений о поляризации ионов.
8. Перечислите достоинства и недостатки электростатических теорий химической связи.
9. Какой термодинамической характеристике соответствует энергия
10. Перечислите достоинства и недостатки модели Гиллеспи.

**МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

#### **Практическое занятие №4. Квантово-механические модели строения координационных соединений (6 часов)**

1. Существует ли специальная квантово-химическая теория, описывающая координационные соединения? Если существует, то насколько она корректна с современных позиций.
2. Опишите метод валентных связей. Что такое квантово-механический резонанс?
3. Опишите проблему гибридизации связей. Какому типу гибридизации отвечает различная геометрическая конфигурация комплекса?
4. Перечислите достоинства и недостатки метода валентных связей.
5. Опишите сущность донорно-акцепторной связи.
6. Поясните терминологию: ионные и ковалентные комплексы, спин-свободные, спин-связанные, внешне- и внутриорбитальные комплексы.
7. Опишите предпосылки появления теории кристаллического поля.
8. Что вызывает расщепление вырожденных состояний?
9. Как обозначают «ионные термы»? Дайте определение понятий «терм», «мультиплетность».
10. Перечислите правила Хунда, используемые для определения последовательности расположения термов по энергии.
11. Опишите основные положения теории кристаллического поля.
12. Охарактеризуйте понятие «радиальный интеграл  $Dq$ ». Укажите связь величины  $Dq$  с симметрией кристаллического поля.
13. Какие факторы определяют силу кристаллического поля? Какие поля принимаются в теории кристаллического поля?
14. Как определяют высоко- и низкоспиновые комплексы? От чего зависит выбор такого описания комплекса?
15. Как определяется энергия спаривания? Укажите тенденцию изменения энергий спаривания в комплексах с разным числом d-электронов.

16. Как рассчитать энергию стабилизации кристаллическим полем тетраэдрических и октаэдрических геометрических конфигураций? Следует ли при таких расчетах учитывать энергию спаривания?

17. Перечислите основные положения теории поля лигандов и отличие этой теории от теории кристаллического поля.

18. Является ли ионность (ковалентность) спектроскопически определяемым параметром? Назовите критерий ионности (ковалентности). Как определяют ковалентность центрального поля и ковалентность, ограниченную симметрией?

19. Опишите нефелоксетический эффект. Что он характеризует? Как оценить степень ионности (ковалентности) по данным о нефелоксетическом эффекте?

20. Какую информацию дают спектрохимические ряды лигандов?

21. Расскажите о применимости теории кристаллического поля и теории поля лигандов.

**МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

### **Практическое занятие №5. Геометрия координационных соединений (4 часа)**

1. Определите понятия «стереохимия», «стереохимическая конфигурация».

2. Опишите явление изомерии, укажите типы изомерии и приведите соответствующие примеры.

3. Охарактеризуйте геометрическую изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.

4. Дайте характеристику ионизационной изомерии. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

5. Охарактеризуйте сольватную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

6. Дайте характеристику координационной изомерии и координационной полимерии. Приведите примеры.

7. Охарактеризуйте структурную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

8. Дайте характеристику изомерии координационного положения. От чего она зависит? Приведите примеры.

9. Охарактеризуйте конформационную изомерию. От чего она зависит? Приведите примеры.

10. Дайте характеристику оптической изомерии. Сформулируйте определение понятия «энантиомер». Зависит ли оптическая изомерия от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

11. Охарактеризуйте основные понятия стереоизомерии (хиральность, конфигурация, конформация). Сформулируйте определение понятия «хиральность», перечислите признаки, отличающие хиральные и ахиральные молекулы. Приведите типичный пример.

**МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

**Практическое занятие №6. Стереохимия координационных соединений (2 часа)**

1. Каковы основные положения представлений Киперта и метода молекулярной динамики?

2. Какие факторы влияют на строение координационных полиэдров? Приведите соответствующие примеры.

3. Какие комплексы являются стереохимически нежесткими? В чем проявляется структурная нежесткость?

4. В соответствии с концепцией Кинга самостоятельно соотнесите тип гибридизации с формой координационного полиэдра.

5. Как определяется термин «валентные атомные орбитали»?

6. Опишите концепцию координационного полиэдра, запрещенного по симметрии.

**МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

**Практическое занятие №7. Устойчивость координационных соединений (4 часа)**

1. Сформулируйте различие между константами устойчивости и нестойкости. Рассчитайте полные константы устойчивости ( $\beta$ ) для каждой стадии трехступенчатого процесса образования комплекса АВ, если ступенчатые константы равновесия ( $K$ ) составляют  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^{10}$ , соответственно для первой, второй и третьей стадии образования комплекса. Какая стадия доминирует в растворе? Корректен ли этот вопрос?

2. Почему о ступенчатой диссоциации говорится как о гипотезе?

3. Насколько равновесны данные о константах устойчивости  $\beta$ ? Как можно проиллюстрировать ответ? Из курса общей химии известно два способа определения констант равновесия - термодинамический и кинетический. Как можно убедиться, что кинетический способ допускает получение равновесных значений?

4. Напишите формулы для расчета условной константы устойчивости. Что она учитывает?

5. Напишите формулы для расчета функции закомплексованности (Леден, Яцимирский) и степени образования (мольная доля)  $\alpha$ . Как используют

эти функции при решении задач аналитической химии?

6. Как влияет изменение энтропии на величины констант устойчивости?

7. Какие факторы определяют устойчивость координационных соединений?

8. Опишите закономерности в устойчивости комплексных соединений редкоземельных элементов. Какова причина существования гадолиниевого излома, тетрад-эффекта, областей кристаллохимической нестабильности?

9. Опишите закономерности в устойчивости комплексных соединений d-переходных элементов и назовите факторы, влияющие на стабильность.

10. В чем заключается и в чем сущность хелатного эффекта? Самостоятельно сформулируйте понятие «макроциклический эффект». К каким объектам его можно отнести?

### **МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

#### **Практическое занятие № 8. Проблема взаимного влияния (2 часа)**

1. Опишите взаимное влияние лигандов, структурный и кинетический трансэффекты.

2. Насколько корректно сравнивать нефелоксетические ряды с рядами, полученными из рентгеноэлектронных спектров, при решении вопроса о взаимном влиянии?

3. Опишите механизм взаимного влияния лигандов. Насколько значимы представления теории Гиллеспи при описании взаимного влияния лигандов?

4. Перечислите известные вам сильные  $\sigma$ -донорные лиганды (ионы) и  $\pi$ -акцепторные лиганды.

#### **Практическое занятие № 9. Кислотно-основные превращения координационных соединений (2 часа)**

1. Каков состав комплекса Пфейффера, для которого в 1906 г. Были обнаружены кислотные свойства?

2. Укажите основные положения теории кислот и оснований Бренстеда - Лоури, а также концепции сольвосистем; проиллюстрируйте их соответствующими примерами.

3. Приведите основные положения теории кислот и оснований Льюиса, а также теории жестких и мягких кислот и оснований Пирсона. Назовите три основных типа реакций, которые удовлетворительно описываются в рамках представлений Льюиса.

4. Насколько правомерно говорить о «льюисовской кислотности» при рассмотрении автоклавных процессов?

### **Практическое занятие № 10. Процессы замещения лигандов (4 часа)**

1. Опишите три основных типа механизмов, встречающихся в реакциях замещения лигандов, а также определите термин «нуклеофильность» и попытайтесь показать связь последнего с основностью оснований Льюиса.
2. Дайте определение лабильности и инертности комплексов; выскажите соображения о природе этого явления.
3. Опишите диссоциативный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.
4. Опишите ассоциативный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.
5. Опишите обменный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.
6. Как можно различить механизмы  $SN_1$  и  $SN_2$ ?

### **МАО - Групповая дискуссия (2 часа).**

### **Практическое занятие № 11. Механизмы окислительно-восстановительных реакций (2 часа)**

1. Классифицируйте механизмы окислительно-восстановительных реакций.
2. Опишите внешнесферный механизм редокс-процессов. Пользуясь понятиями о поверхностях потенциальной энергии, проиллюстрируйте этот механизм для адиабатических и неадиабатических (подбарьерных) процессов.
3. Опишите теорию Маркуса - Хаша. Как можно с использованием перекрестного соотношения Маркуса оценить тип редокс-механизма?
4. Опишите внутрисферный механизм редокс-процессов, типичную стадийность процесса при наличии такого механизма.
5. Как можно различить внутри- и внешнесферные механизмы? Назовите необходимое и достаточное условия реализации внутрисферного механизма.
6. Какие реакции называют комплементарными и некомплементарными? В каких случаях говорят об одно- или двухэквивалентных реакциях?
7. Как можно объяснить тот факт, что некомплементарные реакции между одноэквивалентным восстановителем и двухэквивалентным окислителем - по сравнению с комплементарными - часто оказываются замедленными?
8. Опишите реакции окислительного присоединения. Приведите примеры таких реакций.

## Задания для самостоятельной работы

*Требования:* Перед каждым практически занятием обучающемуся необходимо изучить конспект лекций по дисциплине «Химия координационных соединений».

Подготовка к практическим занятиям включает выполнение домашних заданий и подготовка реферата.

### Домашнее задание №1. Номенклатура координационных соединений

1. Назовите в соответствии с требованиями современной номенклатуры соединения следующего состава:

- (1)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ;
- (2)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_3$ ;
- (3)  $[\text{Co}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ ;
- (4)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Br}_2]$ ;
- (5)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ;
- (6)  $(\text{NH}_4)_2[\text{PdCl}_4]$ ;
- (7)  $\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Br}_5]$ ;
- (8)  $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{NO}_3$ ;
- (9)  $[\text{Pt}(\text{PPh}_3)_3\text{Br}]\text{Br}$ ;
- (10)  $\text{K}_4[(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cr}(\text{OH})_2\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ ;
- (11)  $[(\text{H}_3\text{N})_4\text{Co}(\text{NH}_2)(\text{OH})\text{Co}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_4$ .

2. Следующим комплексным соединениям припишите химическую формулу:

- (1) гексахлородиалюминий;
- (2) октакарбонилдикобальт;
- (3) бис-циклопентадиенил железа;
- (4) 14- хлорогексамолибден;
- (5) тетракарбонилникель;
- (6) дихлоро-бис(пиридин) цинк;
- (7) катион диаквадиртути (2+);
- (8) катион додекахлорогексаниобия (1+);
- (9) хлорид ( $\mu$ -амидо)-декаамминдикобальта(III) или хлорид ( $\mu$ -амидо)-бис(пентаамминкобальта (III));
- (10) ди( $\mu$ -хлоро)-тетрахлородиалюминий или ди( $\mu$ -хлоро)-бис(дихлороалюминий);
- (11) карбидогекса- $\mu$ -карбонил-октакарбонил-полиэдро-гексакобальт (-I)-ион;
- (12) дифенилацетилен-клозо-тетракис-трикарбонилрутений.

### Домашнее задание №2. Ионно-ковалентные и электростатические представления строения координационных соединений

1. Рассчитайте кулоновскую энергию взаимодействия однозарядных

ионов металла  $M^+$  и лиганда  $L^-$  при ступенчатом комплексообразовании и энергию образования комплекса  $[ML_5]^{4+}$ , приняв, что расстояния между центрами шарообразных недеформируемых ионов минимальны (в пределе должно быть «касание шаров») и зависят от принятой структуры комплекса.

2. С точки зрения представлений о поляризации ионов объясните причину существования устойчивых твердых комплексных соединений состава  $M_2[CoF_6]$  ( $M = Cs^+, Rb^+, K^+$ ), хотя твердый  $CoF_4$  не существует.

3. С использованием правила эффективного атомного номера оцените термодинамическую устойчивость дициклопентадиенила железа ( $Cp_2Fe$ ), декакарбонилдимарганца  $[Mn_2(CO)_{10}]$  и объясните неустойчивость пентакарбонила марганца.

### Домашнее задание № 3. Квантово-механические модели строения координационных соединений

Сравните пары комплексных ионов:  $[Fe(CN)_4]^{2-}$  и  $[Mn(H_2O)_6]^{3+}$ .

- 1) Укажите электронное строение центрального иона в этих комплексах;
- 2) изобразите на диаграммах расщепленных d-орбиталей распределение электронов и рассчитайте ЭСКП;

	$\Delta, \text{см}^{-1}$	$P, \text{см}^{-1}$
$[Fe(CN)_4]^{2-}$	33000	17700
$[Mn(H_2O)_6]^{2+}$	7800	25200

- 3) объясните причину различной окраски соединений, содержащих эти ионы;
- 4) рассчитайте величины магнитных моментов ( $\mu_B$ );
- 5) изобразите распределение электронов по методу валентных связей, укажите тип гибридизации орбиталей центральных атомов и геометрическое строение комплексных ионов;
- 6) охарактеризуйте комплексы по следующим параметрам: высокоспиновый или низкоспиновый, внутриорбитальный или внешнеорбитальный, ковалентный или ионный.
- 7) опишите строение комплексных ионов по методу молекулярных орбиталей с учетом только  $\delta$ -связывания, приведите электронные формулы комплексов, оцените их устойчивость
- 8) Опишите строение одного из предложенных комплексов с учетом  $\pi$ -связывания.

### Домашнее задание № 4. Геометрия координационных соединений

1. Твердое соединение валового состава  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$  в реальности может представлять собой либо  $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ , либо  $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$ , либо  $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$ . Ионообменным методом можно определить с каким из этих трех соединений мы имеем дело. Раствор, содержащий 0,319 г « $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ » пропустили через катионообменную смолу в  $H^+$  форме; выделившуюся кислоту оттитровали раствором  $NaOH$  с известным титром; на

нейтрализацию потребовалось 28,50 мл 0,1250 М NaOH. Определите правильную формулу комплекса Cr(III).

2. Какой из следующих комплексов является хиральным? (а)  $[\text{Cr}(\text{ox})_3]^{3-}$ ; (б) цис-  $[\text{PtCl}_2(\text{en})]$ ; (в) цис-  $[\text{RhCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ ; (г)  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3]^{4+}$ ; (д)  $[\text{Co}(\text{edta})]^-$ ; (е) фас-  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{dien})]$ ; (ж) мер-  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{dien})]$ . Идентифицируйте энантиомеры как хиральные или ахиральные комплексы.

3. Предскажите строение следующих комплексов:

а) транс-диаквадихлороплатина(II);

б) диамминтетра(изотиоцианато) хромат(III).

4. Схематически изобразите все геометрические изомеры следующего разнолигандного комплекса:  $[\text{PtNH}_3\text{PyClBrINO}_2]$ .

### Домашнее задание № 5. Устойчивость координационных соединений

1. Логарифмы ступенчатых констант образования комплексных аммиакатов никеля составляют:  $\lg K_1 = 2,67$ ,  $\lg K_2 = 2,12$ ,  $\lg K_3 = 1,61$ ,  $\lg K_4 = 1,07$ ,  $\lg K_5 = 0,63$ ,  $\lg K_6 = -0,09$ . (а) Объясните причину систематического уменьшения значений  $\lg K_n$ . (б) Рассчитайте изменение стандартной свободной энергии для реакции образования гексааммиаката и полную константу устойчивости.

2. Оценить концентрацию аммиака, при которой не образуется осадок гидроксида меди(II), если содержание меди в растворе изменяется от 0,02 до 0,03 моль/л и  $\text{pH} = 8$ .

3. При каких условиях осуществимо титрование ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в слабощелочной среде ( $\text{pH} = 8$ ) с индикатором мурексидом?

### Домашнее задание № 6. Кислотно-основные превращения координационных соединений

1. При осторожном действии щелочи на  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{X}]\text{X}_3$  образуются комплексы  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{NH}_2\text{X}]\text{X}_2$  ( $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$ ), которые содержат во внутренней сфере амидо-группу ( $\text{NH}_2$ ) (амидореакция, Л. А. Чугаев, 1915). (а) Напишите уравнение реакции. Как можно объяснить протекание такого процесса? (б) Что происходит при растворении в воде продуктов этой реакции? (в) Возможна ли амидо-реакция для гексаммина  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{X}_4$ ? Напишите соответствующее уравнение реакции.

2. Красно-фиолетовый комплекс хрома состава  $[\text{CrPy}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$  при действии аммиака даёт малорастворимое производное серо-зеленого цвета (Пфейфер, 1906). Реакция обратима: при обработке серо-зеленого комплекса соляной кислотой окраска исходного раствора возобновляется. Напишите соответствующее уравнение реакции. Объясните причину изменения окраски раствора.

3. При действии щелочи на аммиачные комплексы платины  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$  образуются производные, содержащие группу  $\text{NH}_2$  при центральном ионе  $\text{Pt}^{4+}$  (Л. А. Чугаев, 1915) (амидореакция). Напишите

соответствующее уравнение реакции. Какие еще молекулы способны проявлять кислотные свойства в результате координации?

### Домашнее задание № 7. Процессы замещения лигандов

1. Приведите пример замещения лигандов типа CO, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> в металлокомплексах.
2. Какой из следующих ионов 3d-переходных металлов образует кинетически инертный аква-комплекс: Cr<sup>2+</sup>, Co<sup>3+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>?
3. Почему строение комплекса состава [Pt(NH<sub>3</sub>)(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)Cl<sub>2</sub>] зависит от порядка введения лигандов?

### Домашнее задание № 8. Механизмы окислительно-восстановительных реакций

1. Опишите механизм внедрения водорода в квадратный комплекс иридия состава [Ir(CO)(PR<sub>3</sub>)<sub>2</sub>X], если считать, что на первой стадии процесса молекула X—Y присоединяется к реакционному центру.
2. Известна реакция окислительного присоединения реагента X—Y к комплексу [Co(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> с образованием соединений Co(III). Запишите вероятное уравнение реакции и предположите механизм процесса.
3. Для процесса [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> + [\*Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> → [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> + [\*Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> оцените наиболее вероятный маршрут переноса электрона.

### Тестовые задания для самоподготовки

1. В КАКОЙ ГРУППЕ ВСЕ ЛИГАНДЫ ЯВЛЯЮТСЯ МОНОДЕНТАНТНЫМИ

- 1) I, CN<sup>-</sup>, CO
- 2) NH<sub>3</sub>, CO, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- 3) C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ЭДТА, H<sub>2</sub>O

2. В КАКИХ ИЗ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЗАРЯД КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ РАВЕН 0

- 1) роданидах
- 2) карбонилах
- 3) аммиакатах

3. ПРИ ОБРАЗОВАНИИ СВЯЗИ МЕЖДУ МЕТАЛЛАМИ И ЛИГАНДАМИ МОГУТ ПРОИСХОДИТЬ ПРОЦЕССЫ, В РЕЗУЛЬТАТЕ КОТОРЫХ ИЗМЕНЯЕТСЯ

- 1) конформация лиганда, стабилизация высших валентных состояний комплексообразователя

2) заряд лиганда, стабилизация низшего валентного состояния комплексообразователя

3) заряд лиганда, заряд комплексообразователя

4. СОЕДИНЕНИЕ  $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]$  НАЗЫВАЕТСЯ

1) тетрацианоdiamминхромат(III) аммония

2) diamминтетрароданохромат(III) аммония

3) тетрароданоdiamминхромат(III) аммония

5. СОЕДИНЕНИЕ  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  НАЗЫВАЕТСЯ

1) хлоропентаамминкобальт(III) хлорид

2) хлорид пентаамминхлорокобальта(III)

3) трихлорпентаамминкобальт(III)

6. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

координационное число – возможная геометрия комплексной частицы

1) 4 А) тригональная бипирамида

2) 5 В) тетраэдр

3) 6 С) октаэдр

ОТВЕТЫ: 1 \_\_\_\_; 2 \_\_\_\_; 3 \_\_\_\_.

7. ДЛЯ КООРДИНАЦИОННОГО ЧИСЛА 6 ВОЗМОЖНЫМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ КОНФИГУРАЦИЯМИ ЯВЛЯЮТСЯ

1) октаэдр, тригональная призма, плоский шестиугольник

2) пентагональная бипирамида, додекаэдр, октаэдр

3) тригональная бипирамида, тетраэдр, октаэдр

8. В ТЕОРИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛЯ КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОНОВ НА РАСЩЕПЛЕННЫХ d ИЛИ f ОРБИТАЛЯХ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СУММОЙ ЭЛЕКТРОНОВ

1) комплексообразователя и всех лигандов

2) лигандов

3) комплексообразователя

9. В ОКТАЭДРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ЛИГАНДОВ (ТКП) ЭНЕРГИЯ ПОВЫШАЕТСЯ ДЛЯ ОРБИТАЛЕЙ

1)  $e_g$

2)  $t_{2g}$

3)  $e_g$  и  $t_{2g}$

10. ВЫБЕРЕТЕ РЯД, В КОТОРОМ ВЕЩЕСТВА РАСПОЛОЖЕНЫ В ПОРЯДКЕ ВОЗРАСТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ИХ РАСТВОРОВ

1)  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{NO}_2]\text{NO}_3$ ;  $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4]$

2)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ;  $\text{K}_2[\text{Co}(\text{CN})_6]$ ;  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$

3)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ ;  $\text{K}_2[\text{Pt}_9(\text{NO}_2)_4]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

11. ДЛЯ ИОНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ИОНА  $[\text{HgI}_4]^{2-}$  ВЫБЕРЕТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ КОНСТАНТЫ НЕСТОЙКОСТИ

1)  $K_{\text{н}} = \frac{[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]^4}{[\text{HgI}_4]^{2-}}$

2)  $K_{\text{н}} = \frac{[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]}{[\text{HgI}_4]^{2-}}$

3)  $K_{\text{н}} = \frac{[\text{HgI}_4]^{2-}}{[\text{Hg}^{2+}][\text{I}^-]^4}$

12. ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНАЯ И ДАТИВНАЯ СВЯЗИ ДРУГ ДРУГА

- 1) ослабляют
- 2) усиливают
- 3) не изменяют

13. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:

гибридизация – геометрическая форма комплекса

- 1)  $d^2s, sp^2$  А) октаэдр, тригональная призма
- 2)  $sp^3d^2, d^2sp^3$  В) треугольник
- 3)  $sp^3d$  С) тригональная бипирамида

ОТВЕТЫ: 1 \_\_\_\_; 2 \_\_\_\_; 3 \_\_\_\_.

14. СХЕМА СРОДСТВА ДОНОРНЫХ АТОМОВ К КАТИОНАМ КЛАССА Б:

- 1)  $\text{N} \ll \text{P} > \text{As} > \text{Sb}$
- 2)  $\text{N} > \text{P} > \text{As} > \text{Sb}$
- 3)  $\text{N} = \text{P} = \text{As} = \text{Sb}$

15. СРОДСТВО ДОНОРНЫХ АТОМОВ К КАТИОНАМ КЛАССА А ОПИСЫВАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1)  $\text{O} \ll \text{S} < \text{Se} < \text{Te}$
- 2)  $\text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te}$
- 3)  $\text{O} = \text{S} = \text{Se} = \text{Te}$

16. МЯГКИЕ ОСНОВАНИЯ ЛЬЮИСА (СУЛЬФИДЫ, ЦИАНИДЫ, КАРБОНИЛЫ, АЛКЕНЫ) ОБЛАДАЮТ ПОВЫШЕННЫМ СРОДСТВОМ К КАТИОНАМ КЛАССА

- 1) С
- 2) А
- 3) Б

17. ВЫБРАТЬ ГРУППУ КАТИОНОВ, ДЛЯ КОТОРЫХ ФТОРИД-ИОН ЯВЛЯЕТСЯ МАСКИРУЮЩИМ РЕАКТИВОМ

- 1)  $\text{Be}^{2+}$   $\text{Na}^+$   $\text{Ca}^{2+}$
- 2)  $\text{Cu}^+$   $\text{Ag}^+$   $\text{Hg}^{2+}$
- 3)  $\text{Pd}^{2+}$   $\text{Pt}^{2+}$   $\text{Ir}^{2+}$

18. ПРИ РАСТВОРЕНИИ ЗОЛОТА ЛУЧШЕ ВСЕГО ИСПОЛЬЗОВАТЬ СМЕСЬ КИСЛОТ

- 1)  $\text{HF}$  и  $\text{HNO}_3$
- 2)  $\text{HCl}$  и  $\text{HNO}_3$
- 3)  $\text{HBr}$  и  $\text{HNO}_3$

19. ДЛЯ КАРБЕНИЛОВ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО

- 1) эффективного атомного номера
- 2) эффективного атомного заряда
- 3) эффективной атомной поляризации

20. СОГЛАСНО ПРАВИЛУ ЭАН ДЛЯ ЖЕЛЕЗА ОБРАЗУЕТСЯ КОМПЛЕКС

- 1)  $\text{Fe}(\text{CO})_6$
- 2)  $\text{Fe}(\text{CO})_5$
- 3)  $\text{Fe}(\text{CO})_4$

21. ВЫСОКОСПИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОБРАЗУЮТСЯ, ЕСЛИ ЭНЕРГИЯ РАСЩЕПЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЛИГАНДОВ ПО СРАВНЕНИЮ С ЭНЕРГИЕЙ СПАРИВАНИЯ

- 1) меньше
- 2) больше
- 3) равна

22. МЕТОД ВАЛЕНТНЫХ СВЯЗЕЙ ПОЗВОЛЯЕТ ОБЪЯСНИТЬ

- 1) цвет комплексов
- 2) геометрическую конфигурацию
- 3) образование молекулярных орбиталей

23. ЗА СЧЕТ ЭФФЕКТА ЯНА-ТЕЙЛЕРА СИММЕТРИЧНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

- 1) образуются
- 2) искажаются
- 3) превращаются в еще более симметричные

24. ЗНАЧЕНИЕ КООРДИНАЦИОННОГО ЧИСЛА ЗАВИСИТ ОТ

- 1) радиуса комплексообразователя
- 2) радиуса лиганда
- 3) соотношения радиусов комплексообразователя и лиганда

25. ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ДАТИВНОЙ СВЯЗИ ЛИГАНД ИГРАЕТ РОЛЬ

- 1) донора
- 2) акцептора
- 3) не принимает участия в образовании этой связи

26. В КАКОЙ ГРУППЕ ОБЪЕДЕНЕНЫ АТОМЫ, НАИБОЛЕЕ СКЛОННЫЕ К ОБРАЗОВАНИЮ ДАТИВНЫХ СВЯЗЕЙ?

- 1) Ag, Ni, Fe
- 2) Ca, Al, Ga
- 3) V, Sc, La

27. ТОЛЬКО ОДИН СПОСОБ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА  $t_{2g}$  И  $e_g$  ОРБИТАЛЯХ ВОЗМОЖЕН ДЛЯ КОНФИГУРАЦИЙ

- 1)  $d^8d^9d^{10}d^1$
- 2)  $d^8d^1d^2d^6$
- 3)  $d^4d^5d^6d^7$

28. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ:  
ЛИГАНДЫ – КОМПЛЕКСЫ

- 1) сильного поля    А) низкоспиновые
- 2) слабого поля    В) высокоспиновые

ОТВЕТЫ: 1\_\_\_\_; 2\_\_\_\_\_.

29. УСТАНОВИТЬ КОЛИЧЕСТВО НЕСПАРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ИОНА-КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ И ОТНЕСТИ КОМПЛЕКС К ВЫСОКО- ИЛИ НИЗКОСПИНОВОМУ ТИПУ МОЖНО ПО КОЛИЧЕСТВУ МОМЕНТА.

30. ЭНЕРГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ЛИГАНДОВ РАВНА НУЛЮ ДЛЯ КОНФИГУРАЦИЙ

- 1)  $d^2d^3$
- 2)  $d^0d^{10}$

**Темы рефератов:** Элементоорганические и координационные соединения как катализаторы (на примере конкретной реакции)

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка реферата	4 часа	ПР-4 (Реферат)
2	В течение семестра	Подготовка доклада по теме реферата	3 часа	УО-3 (Доклад)
3	1-3 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 1	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
4	4-5 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 2	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
5	6-8 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 3	3 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
6	9-10 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 4	3 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
7	11-13 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 5	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
8	14 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 6	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
9	15 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 7	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
10	16 неделя семестра	Выполнение домашнего задания № 8	2 часа	УО-1 (Собеседование) ПР-2 (Контрольная работа)
11	17 неделя семестра	Выполнение тестового задания	2 часа	ПР-1 (Тест)
12	17-18 неделя	Подготовка к экзамену	27 часов	экзамен

	семестра		
Итого:		54 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельной работы, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

#### *Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте

рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

Самостоятельная работа обеспечивают подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и др. форм текущего контроля.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия:

1. Студенты обеспечены информационными ресурсами (учебниками, справочникам, учебными пособиями);

2. Для проведения практических работ по предмету разработан электронный учебный ресурс. Студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, ответить на контролирующие вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости.

3. Разработаны контролирующие материалы в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов.

4. Организованы еженедельные консультации.

Самостоятельная работа включает в себя:

1. Подготовку к лекционным занятиям;
2. Подготовку к контрольным работам;
3. Подготовку реферата и доклада;
4. Подготовку к экзамену

### Критерии оценки.

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Эссе характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
<b>«не зачтено»</b>	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

### **Методические рекомендации по написанию реферата**

Реферат – письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца).

Реферат (от лат. *referre* – докладывать, сообщать) – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Реферат отвечает на вопрос – что содержится в данной публикации (публикациях).

Однако реферат – не механический пересказ работы, а изложение ее сущности.

В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата может предложить преподаватель

или сам студент, в последнем случае она должна быть согласована с преподавателем.

В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания.

Содержание реферируемого произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена.

*Функции реферата:*

Информативная (ознакомительная); поисковая; справочная; сигнальная; индикативная; адресная коммуникативная.

Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата, а также от того, кто и для каких целей их использует.

*Требования к языку реферата:* он должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой.

*Структура реферата:*

Титульный лист заполняется по единой форме.

После титульного листа на отдельной странице следует оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

После оглавления следует введение. Объем введения составляет 1,5-2 страницы.

Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.

Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.

Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.

Библиография (список литературы) здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

*Этапы работы над рефератом.*

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования;
2. Изложение результатов изучения в виде связного текста;
3. Устное сообщение по теме реферата.

*Подготовительный этап работы.*

Формулировка темы.

Подготовительная работа над рефератом начинается с формулировки темы. Тема в концентрированном виде выражает содержание будущего текста, фиксируя как предмет исследования, так и его ожидаемый результат. Для того чтобы работа над рефератом была успешной, необходимо, чтобы тема заключала в себе проблему, скрытый вопрос (даже если наука уже давно дала ответ на этот вопрос, студент, только знакомящийся с соответствующей областью знаний, будет вынужден искать ответ заново, что даст толчок к развитию проблемного, исследовательского мышления).

Поиск источников. Грамотно сформулированная тема зафиксировала предмет изучения; задача студента — найти информацию, относящуюся к данному предмету и разрешить поставленную проблему.

Выполнение этой задачи начинается с поиска источников. На этом этапе необходимо вспомнить, как работать с энциклопедиями и энциклопедическими словарями (обращать особое внимание на список литературы, приведенный в конце тематической статьи); как работать с систематическими и алфавитными каталогами библиотек; как оформлять список литературы (выписывая выходные данные книги и отмечая библиотечный шифр).

Работа с источниками.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Создание конспектов для написания реферата.

Подготовительный этап работы завершается созданием конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы).

По завершении предварительного этапа можно переходить непосредственно к созданию текста реферата.

Создание текста.

Общие требования к тексту.

Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью.

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность - смысловую законченность текста.

С точки зрения связности все тексты делятся на тексты-констатации и тексты-рассуждения. Тексты-констатации содержат результаты ознакомления с предметом и фиксируют устойчивые и несомненные суждения. В текстах-рассуждениях одни мысли извлекаются из других, некоторые ставятся под сомнение, дается им оценка, выдвигаются различные предположения.

План реферата.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану - мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения.

Требования к введению.

Введение – начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении.

Во введении аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата.

Объем введения – в среднем около 10% от общего объема реферата.

Основная часть реферата.

Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса.

Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов - компиляции.

Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты. План основной части может быть составлен с использованием различных методов группировки материала: классификации (эмпирические исследования), типологии (теоретические исследования), периодизации (исторические исследования).

Заключение.

Заключение - последняя часть научного текста. В ней краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования. Здесь же могут намечаться и дальнейшие перспективы развития темы. Небольшое по объему сообщение также не может обойтись без заключительной части - пусть это будут две-три фразы. Но в них должен подводиться итог проделанной работы.

Список использованной литературы.

Реферат любого уровня сложности обязательно сопровождается списком используемой литературы. Названия книг в списке располагают по алфавиту с указанием выходных данных использованных книг.

Требования, предъявляемые к оформлению реферата.

Объемы рефератов колеблются от 5 до 10 машинописных страниц. Работа выполняется на одной стороне листа стандартного формата. По обеим сторонам листа оставляются поля размером 25 мм. слева и 15 мм. справа, рекомендуется шрифт 12-14, интервал – 1-1,5. Все листы реферата должны быть пронумерованы. Каждый вопрос в тексте должен иметь заголовок в точном соответствии с наименованием в плане-оглавлении.

При написании и оформлении реферата следует избегать типичных ошибок, например, таких:

- поверхностное изложение основных теоретических вопросов выбранной темы, когда автор не понимает, какие проблемы в тексте являются главными, а какие второстепенными,
- в некоторых случаях проблемы, рассматриваемые в разделах, не раскрывают основных аспектов выбранной для реферата темы,
- дословное переписывание книг, статей, заимствования рефератов из интернет и т.д.

Для написания реферата используется научный стиль речи.

В научном стиле легко ощутимый интеллектуальный фон речи создают следующие конструкции:

Предметом дальнейшего рассмотрения является...

Остановимся прежде на анализе последней.

Эта деятельность может быть определена как...

С другой стороны, следует подчеркнуть, что...

Это утверждение одновременно предполагает и то, что...

При этом ... должно (может) рассматриваться как ...

Рассматриваемая форма...

Ясно, что...

Из вышеприведенного анализа... со всей очевидностью следует...

Довод не снимает его вопроса, а только переводит его решение...

Логика рассуждения приводит к следующему...

Как хорошо известно...

Следует отметить...

Таким образом, можно с достаточной определенностью сказать, что ...

Многообразные способы организации сложного предложения унифицировались в научной речи до некоторого количества наиболее убедительных. Лишними оказываются главные предложения, основное значение которых формируется глагольным словом, требующим изъяснения.

Опускаются малоинформативные части сложного предложения, в сложном предложении упрощаются союзы.

*При проверке реферата преподавателем оцениваются:*

Знания и умения на уровне требований стандарта конкретной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий, идей.

Характеристика реализации цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов).

Степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, логичность и последовательность изложения материала, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, широта кругозора автора, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению).

Качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов).

Использование литературных источников.

Культура письменного изложения материала.

Культура оформления материалов работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Общие вопросы координационной химии	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает основы и приемы анализа результатов научных исследований	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 1-10
			Умеет систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
			Владеет навыками и методами определения свойств и материалов	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	

		ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знает методы интерпретации результатов расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 1-10
		с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Умеет интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
			Владеет навыками интерпретации результатов экспериментов	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
		ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знает способы сформулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	вопросы к экзамену 1-10
			Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	
			Владеет способностью формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	
2	Раздел 2. Модели химической связи в координационных соединениях	ОПК-1. Систематизирует и анализирует также результаты расчетов свойств веществ	Знает способы систематизации и анализа результатов свойств веществ	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 11-20
			Умеет систематизировать и анализировать результаты наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
			Владеет способами систематизации и анализа результатов наблюдений, измерений свойств веществ.	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
		ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знает методы интерпретации результатов расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 11-20
			Умеет интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
			Владеет навыками	УО-1	

			интерпретации результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	(собеседование) ПР-2 (контрольная работа)			
		ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знает способы сформулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	вопросы к экзамену 11-20		
			Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)			
			Владеет способностью формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)			
3	Раздел 3. Общие свойства координационных соединений	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает способы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 21-30		
			Умеет систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)			
			Владеет способами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений,	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)			
				ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знает методы интерпретации результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 21-30
					Умеет интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
					Владеет навыками интерпретации результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов координационной химии	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
				ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных	Знает способы сформулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и расчетно-теоретических работ	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	вопросы к экзамену 21-30
					Умеет формулировать	УО-3 (доклад)	

		данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ПР-4(Реферат)	
			Владеет способностью формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и расчетно-теоретических работ	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	
4	Раздел 4. Реакционная способность координационных соединений	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знает способы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также методы определения свойств веществ	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	вопросы к экзамену 31-40
			Умеет систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
			Владеет способами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также методы определения свойств веществ	УО-1 (собеседование) ПР-2 (контрольная работа)	
		ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знает способы сформулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	вопросы к экзамену 31-40
			Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, экспериментальных и расчетно-теоретических работ	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	
			Владеет способностью формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, экспериментальных и расчетно-теоретических работ	УО-3 (доклад) ПР-4(Реферат)	
		ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	УО-1 (собеседование) ПР-1 (тест)	вопросы к экзамену 31-40
			Умеет работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	УО-1 (собеседование) ПР-1 (тест)	
			Владеет навыками работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	УО-1 (собеседование) ПР-1 (тест)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие

процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Кисилев Ю.М. Химия координационных соединений : учебник и задачник для бакалавриата и магистратуры по естественнонаучным направлениям и специальностям : [в 2 ч.] ч. 1/Кисилев Ю.М. –М:-Юрайт.- 2016.- 439 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:812352&theme=FEFU>
2. Кисилев Ю.М. Химия координационных соединений : учебник и задачник для бакалавриата и магистратуры по естественнонаучным направлениям и специальностям : [в 2 ч.] ч. 2/Кисилев Ю.М. –М:-Юрайт.- 2016.- 229 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:812364&theme=FEFU>
3. Металлоорганическая химия [Электронный ресурс] / К. Эльшенбройх ; пер. с нем. -2-е изд. (эл.). -М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.- 746 с. : ил. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313327.html>
4. Химия элементов [Электронный ресурс] : в 2 т. Т. 2 / Н. Гринвуд, А. Эрншо ; пер. с англ.-2-е изд. (эл.). - Электрон.текстовые дан. (1 файл pdf : 684 с.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996313297-SCN0004.html>

### **Дополнительная литература**

1. Синтез и исследование состава и строения координационных соединений рения(V) с ацетилдитиосемикарбазоном | «Новые технологии», 2012 год, №4
2. <http://e.lanbook.com/view/journal/132602/>
3. Буслаев Ю.А. Избранные труды в 3 т. : т. 3 . Синтез, структура и свойства координационных соединений / Ю. А. Буслаев – М: Наука.-2014.-468с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:761552&theme=FEFU>
4. В. В Скопенко, Координационная химия/ В. В Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский – М: ИКЦ Академкнига.- 2007.- 488с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:266137&theme=FEFU>
5. А.Н. Морозов/Теория строения координационных соединений. Курс лекций для студентов РГУ. 2008. Режим доступа: [http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/CoordChem/index\\_cc\\_big.html](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/CoordChem/index_cc_big.html) - заголовок с экрана
6. Дей К., Селбин Д. / Теоретическая неорганическая химия. - М.: Химия, 1976.- 568 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:61601&theme=FEFU>

7. Берсукер И.Б. / Структура и свойства координационных соединений. - Л.: Химия, 1971. - 178 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:695157&theme=FEFU>
8. Костромина Н.А., Химия координационных соединений/Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. - М.: Высш. шк., 1990.- 432 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:30100&theme=FEFU>
9. Синтез и исследование состава и строения координационных соединений рения(V) с ацетилдитиосемикарбазоном | «Новые технологии», 2012 год, №4 <http://e.lanbook.com/view/journal/132602/>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. база данных о веществах и их свойствах <http://www.chemspider.com/>
6. база данных о веществах и их свойствах <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
7. поисковая система печатных материалов <http://www.scopus.com>
8. Шевельков А.В. Методы исследования в неорганической химии (учебные материалы к лекциям по неорганической химии). Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> Сайт - заголовок с экрана
9. Шевельков А.В. Комплексные соединения (программа лекций и рекомендации к семинарам в курсе неорганической химии. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> Сайт - заголовок с экрана
10. Гудилин Е.А. Микро- и наномир современных материалов: Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> Сайт - заголовок с экрана
11. Л.М.Ковба, В.К.Трунов Рентгенофазовый анализ Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> Сайт - заголовок с экрана
12. Е.Д.Демидова, В.Д.Долженко, К.О.Знаменков, П.Е.Казин Магнитные методы в химии Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/inorg.html> Сайт - заголовок с экрана
13. «Координационные соединения в целлюлозно-бумажном производстве»/Учебно-методическое пособие хим. Каф. СПбГТУРП. Режим доступа: [http://nizrp.narod.ru/UchPosobKomp1\\_vpechat.pdf](http://nizrp.narod.ru/UchPosobKomp1_vpechat.pdf) -заголовок с экрана
14. Координационные соединения переходных металлов в гомогенном катализе. Трифонов А.А. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 74 с. Режим доступа: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/trifonov%20catal.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/trifonov%20catal.pdf) – заголовок с экрана

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU)
2. Пакет программного обеспечения Microsoft Windows (Windows Edu Per Device 10 Education, Win EDU E3 Per User AAD)

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. [http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe\\_obshee?discipline\\_oo=16&class=&learning\\_character=&accessibility\\_restriction=](http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=)
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к экзамену.** К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Windows Edu Per Device 10 Education Win EDU E3 Per User AAD O365 EDU A1 Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт.	Windows Edu Per Device 10 Education Win EDU E3 Per User AAD O365 EDU A1 Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

самостоятельной работы	Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	
------------------------	---	--

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Химия координационных соединений» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Доклад / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Тест (ПР-1)
2. Контрольная работа (ПР-2)
3. Реферат (ПР-4)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Доклад / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Тест (ПР-1) – система стандартизированных заданий, позволяющих автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Контрольная работа (ПР-2) – Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу

Реферат (ПР-4) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химия координационных соединений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (6-й, весенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 3 вопроса. Первый вопрос носит теоретический характер по пройденным в течение семестра темам. Второй и третий вопросы представляют собой расчетно-практические задания.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили практические занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно» и «не удовлетворительно». При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

Оценки выставляются в электронную ведомость и могут формироваться на основе рейтинга.

## Вопросы к экзамену

1. Основные понятия химии комплексных соединений: комплексное соединение, координационное соединение, соединение включения, аддукт, комплексообразователь (центральная частица), лиганд, координационное число, донорный атом, дентатность, координационная сфера, молекулярный комплекс, ионный ассоциат.
2. Предмет изучения координационной химии.
3. Номенклатура координационных соединений. Правила составления названий.
4. Изомерия координационных соединений. Типы изомерии.
5. Теория валентных связей. Основные положения теории. Объяснение устойчивости комплексов.
6. Объяснение пространственного строения комплексов с позиций

теории валентных связей. Гибридизация электронных орбиталей комплексообразователя. Типы гибридизации, соответствующие координационным числам 2, 4, 6.

7. Объяснение магнитных свойств комплексов с позиций теории валентных связей. Внешне- и внутриорбитальные комплексы. Высоко- и низкоспиновые комплексы.

8. Влияние химической природы лиганда на тип гибридизации.

9. Теория кристаллического поля. Область применения теории. Основные положения. Расщепление d-орбиталей комплексообразователя в октаэдрическом поле лигандов

10. Сила кристаллического поля. Энергия (фактор) расщепления. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Объяснение устойчивости комплексов с позиций теории кристаллического поля.

11. Объяснение магнитных и спектральных свойств комплексов с позиций теории кристаллического поля. Спектрохимический ряд лигандов.

12. Объяснение искажения октаэдрической формы комплексов с позиций теории кристаллического поля. Эффект Яна-Теллера. Объяснение эффекта.

13. Классификация комплексообразователей в соответствии со строением электронной оболочки. Категории комплексообразователей. Краткая характеристика сродства к донорным атомам лигандов, устойчивости и лабильности образующихся комплексов для каждой категории комплексообразователей.

14. Теория кислот и оснований Льюиса. Основные положения теории. Жесткие и мягкие кислоты и основания.

15. Молекула воды и гидроксил-анион как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние центрального иона на кислотно-основные свойства лигандов.

16. Амины как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.

17. Фосфины как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.

18. Транс-влияние и цис-влияние лигандов в комплексах. Проявление эффектов взаимного влияния лигандов.

19. Оксо-анионы как лиганды координационных соединений: донорные атомы, строение электронной оболочки донорных атомов, потенциальная дентатность, краткая характеристика свойств комплексов. Влияние строения органического радикала на свойства лигандов.

20.  $\pi$ -комплексы. Лиганды, образующие  $\pi$ -комплексы. Механизм образования химической связи в  $\pi$ -комплексах.
21. Лиганды, их классификация, принцип ЖМКО.
22. Координационное число центрального атома, конфигурация комплексов.
23. Типы комплексных соединений.
24. Циклические комплексные соединения.
25. Полиядерные комплексные соединения.
26. Химические и физико-химические методы изучения строения комплексов.
27. Спектральные методы изучения строения комплексов.
28. Функции, характеризующие комплексообразование в растворах.
29. Графические и расчетные методы определения констант устойчивости по функциям, характеризующим комплексообразование в растворах.
30. Общий обзор экспериментальных методов изучения равновесий комплексов в растворах.
31. Потенциометрические методы изучения комплексообразования.
32. Спектрофотометрические методы изучения комплексообразования.
33. Изучение комплексообразования методами растворимости, ионного обмена, экстракции.
34. Реакции замещения в октаэдрических комплексах.
35. Реакции замещения в комплексах с к.ч.= 4.
36. Реакции изомеризации.
37. Внутрисферные и внешнесферные окислительно-восстановительные
38. реакции.
39. Реакции внедрения (миграции) как стадии гомогенного катализа.
40. Изменение реакционных свойств лигандов вследствие его координации.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
«хорошо»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил

	понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«удовлетворительно»</b>	Студент обнаруживает незнание части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе. Студент обнаружил понимание основной части материала, способность применить полученные знания на практике.
<b>«не удовлетворительно»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, доклад, тест, контрольная работа, реферат) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

#### **Раздел 1.**

1. Дайте собственное определение комплексного соединения. Объясните, почему не имеет смысла в этом определении опираться на характеристики химической связи, на представления теории валентности или на устойчивости соединений.

2. Какие соединения можно рассматривать как соединения первого и

высшего порядка?

3. Можно ли считать комплексными соединения, в структуре которых в качестве центральных содержатся фрагменты, состоящие из нескольких атомов металла? Ответ поясните.

4. Приведите примеры координационных и комплексных соединений.

5. Попробуйте формализовать понятие «координационная сфера». Можно ли это сделать? Если можно, то с помощью каких терминов?

6. Понятие «координационный полиэдр» формулируется через понятие «координационного многогранника». Каким образом его выбрать и насколько необходимо при этом учитывать его объем?

7. Необходимо ли при определении координационного числа учитывать неподеленные электронные пары?

8. Приведите примеры полидентатных лигандов. Могут ли в комплексных соединениях с такими лигандами реализоваться не все координационные возможности центрального атома?

9. Приведите примеры хиральных комплексов, в состав которых входит 4, 5 или 6 лигандов.

10. Перечислите достоинства и недостатки довернеровских теорий строения комплексных соединений.

11. В чем заключаются теории Грема и Гофмана строения аммиакатов?

12. Опишите по теории Гофмана формулу соли хрома, по современным представлениям имеющей формулу  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$ .

13. Что понимал Вернер под побочной валентностью? Насколько рамки существовавшей в 1900-е гг. классической теории строения подходили для описания комплексных соединений?

14. Как Вернер представлял себе химическое сродство? Что такое координация по Вернеру?

15. Что такое координационное число по Вернеру?

16. Как Вернер понимал соотношение понятий координации и валентности?

17. Приведите примеры комплексных соединений меди, никеля, серебра с разными КЧ.

18. Как понимать термин «координационная емкость центрального атома и заместителей»?

19. Можно ли увязать дентатность лиганда с устойчивостью образованных им структур внутри комплекса?

20. Могут ли по Вернеру оставаться вакантными координационные места около центрального атома?

21. Как подсчитать заряд комплексного иона?

22. Сколько типов классических вернеровских комплексов существует?

23. Напишите химические формулы комплексных соединений, называемых следующим образом: соли Дрекселя, Чугаева, Пейроне, Вокелена, Гро, Нихро, Фреми, Клауса, Рейнеке, Фишера, первая соль Косса, вторая соль

Косса, зеленая соль Магнуса, розовая соль Магнуса, розовая соль Клеве, хлорид первого основания Рейзе, хлорид второго основания Рейзе, соль Белуцци, берлинская лазурь, прусская синь, нитропруссид натрия, комплекс Кройц — Таубе.

## Раздел 2.

1. Перечислите теоретические модели, используемые для описания химической связи в координационных соединениях. Оцените их приемлемость для описания энергетики, спектральных свойств, магнетизма.

2. Опишите следствия принятия тезисов об ионности и ковалентности химической связи в соединениях типа хлорида натрия, карбонила никеля и боргидридов.

3. Существует ли некулоновский механизм описания химических взаимодействий двух и многих частиц в газовой фазе и кристаллических телах?

4. Оцените корректность вычисления чисел валентности по числу электронов, участвующих в химическом взаимодействии, или по числу электронных пар.

5. Можно ли получить экспериментальное подтверждение существования в молекуле атомов в той или иной валентности?

6. Обязательно ли число валентности должно быть целочисленным?

7. Перечислите достоинства и недостатки представлений о поляризации ионов.

8. Перечислите достоинства и недостатки электростатических теорий химической связи.

9. Какой термодинамической характеристике соответствует энергия

10. Перечислите достоинства и недостатки модели Гиллеспи.

11. Существует ли специальная квантово-химическая теория, описывающая координационные соединения? Если существует, то насколько она корректна с современных позиций.

12. Опишите метод валентных связей. Что такое квантово-механический резонанс?

13. Опишите проблему гибридизации связей. Какому типу гибридизации отвечает различная геометрическая конфигурация комплекса?

14. Перечислите достоинства и недостатки метода валентных связей.

15. Опишите сущность донорно-акцепторной связи.

16. Поясните терминологию: ионные и ковалентные комплексы, спин-свободные, спин-связанные, внешне- и внутриорбитальные комплексы.

17. Опишите предпосылки появления теории кристаллического поля.

18. Что вызывает расщепление вырожденных состояний?

19. Как обозначают «ионные термы»? Дайте определение понятий «терм», «мультиплетность».

20. Перечислите правила Хунда, используемые для определения последовательности расположения термов по энергии.

21. Опишите основные положения теории кристаллического поля.

22. Охарактеризуйте понятие «радиальный интеграл  $Dq$ ». Укажите связь величины  $Dq$  с симметрией кристаллического поля.
23. Какие факторы определяют силу кристаллического поля? Какие поля принимаются в теории кристаллического поля?
24. Как определяют высоко- и низкоспиновые комплексы? От чего зависит выбор такого описания комплекса?
25. Как определяется энергия спаривания? Укажите тенденцию изменения энергий спаривания в комплексах с разным числом  $d$ -электронов.
26. Как рассчитать энергию стабилизации кристаллическим полем тетраэдрических и октаэдрических геометрических конфигураций? Следует ли при таких расчетах учитывать энергию спаривания?
27. Перечислите основные положения теории поля лигандов и отличие этой теории от теории кристаллического поля.
28. Является ли ионность (ковалентность) спектроскопически определяемым параметром? Назовите критерий ионности (ковалентности). Как определяют ковалентность центрального поля и ковалентность, ограниченную симметрией?
29. Опишите нефелоксетический эффект. Что он характеризует? Как оценить степень ионности (ковалентности) по данным о нефелоксетическом эффекте?
30. Какую информацию дают спектрохимические ряды лигандов?
31. Расскажите о применимости теории кристаллического поля и теории поля лигандов.

### **Раздел 3.**

1. Определите понятия «стереохимия», «стереохимическая конфигурация».
2. Опишите явление изомерии, укажите типы изомерии и приведите соответствующие примеры.
3. Охарактеризуйте геометрическую изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
4. Дайте характеристику ионизационной изомерии. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
5. Охарактеризуйте сольватную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
6. Дайте характеристику координационной изомерии и координационной полимерии. Приведите примеры.
7. Охарактеризуйте структурную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
8. Дайте характеристику изомерии координационного положения. От чего она зависит? Приведите примеры.
9. Охарактеризуйте конформационную изомерию. От чего она

зависит? Приведите примеры.

10. Дайте характеристику оптической изомерии. Сформулируйте определение понятия «энантиомер». Зависит ли оптическая изомерия от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

11. Охарактеризуйте основные понятия стереоизомерии (хиральность, конфигурация, конформация). Сформулируйте определение понятия «хиральность», перечислите признаки, отличающие хиральные и ахиральные молекулы. Приведите типичный пример.

12. Каковы основные положения представлений Киперта и метода молекулярной динамики?

13. Какие факторы влияют на строение координационных полиэдров? Приведите соответствующие примеры.

14. Какие комплексы являются стереохимически нежесткими? В чем проявляется структурная нежесткость?

15. В соответствии с концепцией Кинга самостоятельно соотнесите тип гибридизации с формой координационного полиэдра.

16. Как определяется термин «валентные атомные орбитали»?

17. Опишите концепцию координационного полиэдра, запрещенного по симметрии.

18. Сформулируйте различие между константами устойчивости и нестойкости. Рассчитайте полные константы устойчивости ( $\beta$ ) для каждой стадии трехступенчатого процесса образования комплекса АВ, если ступенчатые константы равновесия ( $K$ ) составляют  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^{10}$ , соответственно для первой, второй и третьей стадии образования комплекса. Какая стадия доминирует в растворе? Корректен ли этот вопрос?

19. Почему о ступенчатой диссоциации говорится как о гипотезе?

20. Насколько равновесны данные о константах устойчивости  $\beta$ ? Как можно проиллюстрировать ответ? Из курса общей химии известно два способа определения констант равновесия - термодинамический и кинетический. Как можно убедиться, что кинетический способ допускает получение равновесных значений?

21. Напишите формулы для расчета условной константы устойчивости. Что она учитывает?

22. Напишите формулы для расчета функции закомплексованности (Леден, Яцимирский) и степени образования (мольная доля)  $\alpha$ . Как используют эти функции при решении задач аналитической химии?

23. Как влияет изменение энтропии на величины констант устойчивости?

24. Какие факторы определяют устойчивость координационных соединений?

25. Опишите закономерности в устойчивости комплексных соединений редкоземельных элементов. Какова причина существования гадолиниевого излома, тетрад-эффекта, областей кристаллохимической нестабильности?

26. Опишите закономерности в устойчивости комплексных соединений

d-переходных элементов и назовите факторы, влияющие на стабильность.

27. В чем заключается и в чем сущность хелатного эффекта? Самостоятельно сформулируйте понятие «макроциклический эффект». К каким объектам его можно отнести?

#### Раздел 4.

1. Опишите взаимное влияние лигандов, структурный и кинетический трансэффекты.

2. Насколько корректно сравнивать нефелоксетические ряды с рядами, полученными из рентгеноэлектронных спектров, при решении вопроса о взаимном влиянии?

3. Опишите механизм взаимного влияния лигандов. Насколько значимы представления теории Гиллеспи при описании взаимного влияния лигандов?

4. Перечислите известные вам сильные  $\sigma$ -донорные лиганды (ионы) и  $\pi$ -акцепторные лиганды.

5. Каков состав комплекса Пфейффера, для которого в 1906 г. Были обнаружены кислотные свойства?

6. Укажите основные положения теории кислот и оснований Бренстеда - Лоури, а также концепции сольвосистем; проиллюстрируйте их соответствующими примерами.

7. Приведите основные положения теории кислот и оснований Льюиса, а также теории жестких и мягких кислот и оснований Пирсона. Назовите три основных типа реакций, которые удовлетворительно описываются в рамках представлений Льюиса.

8. Насколько правомерно говорить о «льюисовской кислотности» при рассмотрении автоклавных процессов?

9. Опишите три основных типа механизмов, встречающихся в реакциях замещения лигандов, а также определите термин «нуклеофильность» и попытайтесь показать связь последнего с основностью оснований Льюиса.

10. Дайте определение лабильности и инертности комплексов; выскажите соображения о природе этого явления.

11. Опишите диссоциативный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.

12. Опишите ассоциативный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.

13. Опишите обменный механизм замещения лигандов. Приведите примеры.

14. Как можно различить механизмы  $SN_1$  и  $SN_2$ ?

15. Классифицируйте механизмы окислительно-восстановительных реакций.

16. Опишите внешнесферный механизм редокс-процессов. Пользуясь понятиями о поверхностях потенциальной энергии, проиллюстрируйте этот механизм для адиабатических и неадиабатических (подбарьерных) процессов.

17. Опишите теорию Маркуса - Хаша. Как можно с использованием перекрестного соотношения Маркуса оценить тип редокс-механизма?

18. Опишите внутрисферный механизм редокс-процессов, типичную стадийность процесса при наличии такого механизма.

19. Как можно различить внутри- и внешнесферные механизмы? Назовите необходимое и достаточное условия реализации внутрисферного механизма.

20. Какие реакции называют комплементарными и некомплементарными? В каких случаях говорят об одно- или двухэквивалентных реакциях?

21. Как можно объяснить тот факт, что некомплементарные реакции между одноэквивалентным восстановителем и двухэквивалентным окислителем - по сравнению с комплементарными - часто оказываются замедленными?

22. Опишите реакции окислительного присоединения. Приведите примеры таких реакций.

### Критерии оценивания

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
«хорошо»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе. Студент обнаружил понимание основной части материала, способность применить полученные знания на практике.
«не удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### Тема доклада / сообщения

Элементоорганические и координационные соединения как катализаторы (на примере конкретной реакции)

### Критерии оценки доклада / сообщения

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			
<b>Раскрытие Проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Отсутствует иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина. Иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей заимствован	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Представлен иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов. Представлен самостоятельно сделанный иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, профилей
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

### Тематика реферата

Элементоорганические и координационные соединения как катализаторы  
(на примере конкретной реакции)

### Критерии оценки реферата

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Реферат характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Реферат не выполнен.

### Примеры тестовых заданий

- КАКОЕ СОЕДИНЕНИЕ ИМЕЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗОМЕРЫ
  - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
  - $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$
  - $[\text{Fe}(\text{CN})_4\text{NOCl}]^{2-}$
- ДОПОЛНИТЕ:  
НЕОДИНАКОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛ ВОДЫ МЕЖДУ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ СФЕРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ПРИЧИНОЙ \_\_\_\_\_ ИЗОМЕРИИ.
- ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:  
ТИПИЧНЫМИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЯВЛЯЮТСЯ ЭЛЕМЕНТЫ
  - p и f
  - d и f
  - p и d
- СТЕПЕНИ ОКИСЛИТЕЛЯ АТОМОВ МЕДИ И СЕРЕБРА В СЛЕДУЮЩИХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ  $\text{K}_7[\text{Cu}(\text{IO}_6)_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_6\text{H}_3\text{Ag}(\text{TeO}_6)_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$  РАВНЫ СООТВЕТСТВЕННО
  - +3; +3
  - +2; +1
  - +3; +2
- КОМПЛЕКС КОБАЛЬТА  $[\text{Co}_2(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{Cl}_4$  ЯВЛЯЕТСЯ
  - бидентантным
  - биядерным
  - хелатным
- ДОПОЛНИТЕ:  
ИЗОМЕРИЯ, КОТОРАЯ ПРОЯВЛЯЕТСЯ В НЕОДИНАКОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ АНИОНОВ МЕЖДУ ВНУТРЕННЕЙ И ВНЕШНЕЙ СФЕРОЙ НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_.
- ДОПОЛНИТЕ:  
ИЗОМЕРИЯ, КОТОРАЯ ВЫРАЖАЕТСЯ В РАЗЛИЧНОЙ КООРДИНАЦИИ ДВУХ ТИПОВ ЛИГАНДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДВУХ

РАЗНЫХ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАЗЫВАЕТСЯ

7. ДОПОЛНИТЕ:  
КАЖДАЯ ПОСЛЕДУЮЩАЯ КОНСТАНТА  
УСТОЙЧИВОСТИ \_\_\_\_\_ ПРЕДЫДУЩЕЙ.

8. ДОПОЛНИТЕ:  
СОГЛАСНО ПРАВИЛУ Л.А. ЧУГАЕВА, НАИБОЛЕЕ УСТОЙЧИВЫМИ  
ЯВЛЯЮТСЯ \_\_\_\_\_ И \_\_\_\_\_ ЧЛЕННЫЕ ХЕЛАТНЫЕ ЦИКЛЫ.

9. В ФЕРРОЦЕНЕ ЛИГАНД ЯВЛЯЕТСЯ ДОНОРОМ ЭЛЕКТРОНОВ

1)  $\pi$

2) p

3) s

10. В СТРУКТУРЕ ДИМЕТИЛГЛИОКСИМАТА НИКЕЛЯ  
СОДЕРЖИТСЯ ЦИКЛОВ

1) 1

2) 3

3) 2

11. ПОЛИДЕНТАНТНЫЙ ЛИГАНД ЧАЩЕ ВСЕГО ЗАНИМАЕТ В  
КООРДИНАЦИОННОЙ СФЕРЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1) транс-

2) цис-

3) с одинаковой вероятностью цис- и транс-

12. ОБЫЧНОЙ КООРДИНАЦИОННОЙ ФИГУРОЙ ДЛЯ  
КОМПЛЕКСОВ  $Pt^{2+}$  ЯВЛЯЕТСЯ

1) октаэдр

2) квадрат

3) тетраэдр

13. ХЛОРОФИЛЛ (ЗЕЛЕНЫЙ ПИГМЕНТ ЛИСТЬЕВ) ИМЕЕТ  
СТРУКТУРУ

1) порфириновую

2) антроценовую

3) ацетилацетоатную

14. НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ СПОСОБ КООРДИНАЦИИ  
АЦЕТИЛАЦЕТОНА С ИОНАМИ МЕТАЛЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЧЕРЕЗ  
АТОМЫ

1) азота

2) углерода

3) кислорода

15. В АЦЕТИЛАЦЕТОНАТАХ ЦИКЛ СЧИТАЕТСЯ

1) не ароматическим

2) квазиароматическим

3) ароматическим

16. ВЫСОКОЗАРЯДНЫЕ КАТИОНЫ ОБРАЗУЮТ КОМПЛЕКСНЫЕ  
СОЛИ, ЧЬЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПО СРАВНЕНИЮ С ОБЫЧНЫМИ СОЛЯМИ

- 1) больше
- 2) меньше
- 3) одинакова

17. МОСТИКОВЫЕ СВЯЗИ ПО СРАВНЕНИЮ С ТЕРМИНАЛЬНЫМИ

- 1) более длинные
- 2) равные
- 3) более короткие

18. ДОПОЛНИТЕ:

В СОЕДИНЕНИЯХ  $B_2H_6$ ;  $Al_2Cl_6$ ;  $Pt_2(SCN)_2Cl_4$  ЛИГАНДЫ ОБРАЗУЮТ СВЯЗИ.

19. ВЫБЕРИТЕ СИНОНИМ НАЗВАНИЯ «КРИСТАЛЛОГИДРАТЫ»:

- 1) «двойные соли»
- 2) «аквакомплексы»
- 3) «аммиакаты»

20. ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ МОСТИКОВЫХ ГРУПП УПОТРЕБЛЯЕТСЯ БУКВА

- 1)  $\beta$
- 2)  $\mu$
- 3)  $\eta$

21. УСТАНОВИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССОВ «СТАРЕНИЯ» ОСАДКОВ

- └─ аквакомплексы
- └─ оксокомплексы
- └─ гидроксокомплексы

22. ТРИЛОН-Б – ЭТО

- 1) этилендиаминтетрауксусная кислота
- 2) динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты
- 3) диметилглиоксим

23. ДЛЯ УКАЗАНИЯ АТОМА, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЙ КООРДИНИРУЕТСЯ ЛИГАНД ИСПОЛЬЗУЕТСЯ БУКВА

- 1)  $\mu$
- 2)  $\alpha$
- 3)  $\eta$

24. ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАКОЙ ГРУППЫ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНО ОБРАЗОВАНИЕ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТ

- 1) III
- 2) V
- 3) VI

25. НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛИ

- 1) s-элементы
- 2) p-элементы
- 3) d-элементы

26. СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ИОНА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ В СОЕДИНЕНИИ  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$

1) +2

2) +3

3) +4

27. САМЫЙ УСТОЙЧИВЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ ИОН

1)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $K_{\text{н}} = 6.8 \cdot 10^{-8}$

2)  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ,  $K_{\text{н}} = 3.5 \cdot 10^{-14}$

3)  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ,  $K_{\text{н}} = 1.4 \cdot 10^{-20}$

28. ИЗБЫТОК АММИАКА В РАСТВОРЕ, СОДЕРЖАЩЕМ КОМПЛЕКСНЫЙ ИОН  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

1) не смещает равновесие диссоциации иона

2) смещает равновесие вправо

3) смещает равновесие влево

29. К ВНУТРИКОМПЛЕКСНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ ОТНОСИТСЯ

1)  $[\text{Pt}(\text{En})_2]\text{Cl}_2$

2)  $[\text{Pt}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2]$

3)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$

30. КОМПЛЕКСНЫЙ ИОН  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  ИМЕЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКУЮ КОНФИГУРАЦИЮ

1) тетраэдр

2) квадрат

3) октаэдр

31. СОЕДИНЕНИЯ  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_3]$ ;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ЯВЛЯЮТСЯ ИЗОМЕРАМИ

1) геометрическими

2) гидратными

3) координационными

32. ТИП ГИБРИДИЗАЦИИ ОРБИТАЛЕЙ ИОНА-КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ В НИЗКОСПИНОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ИОНАХ С КООРДИНАЦИОННЫМ ЧИСЛОМ 6

1)  $d^2sp^3$

2)  $sp^3d^2$

3)  $sp^3$

33. ТИП ГИБРИДИЗАЦИИ ОРБИТАЛЕЙ ИОНА-КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ В ВЫСОКОСПИНОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ИОНАХ С КООРДИНАЦИОННЫМ ЧИСЛОМ 4

1)  $sp^3$

2)  $dsp^2$

3)  $d^2sp^3$

34. СОЕДИНЕНИЕ  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  ПРОЯВЛЯЕТ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

1) в меньшей степени

2) в большей степени

3) в одинаковой степени

35. ИЗОПОЛИКИСЛОТЫ – ЭТО КОМПЛЕКСЫ, КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ

1) многоядерными

2) хелатными

3) ацидными

36. КАКАЯ ИЗ МОСТИКОВЫХ ГРУПП НАИБОЛЕЕ УСТОЙЧИВА К КИСЛОТАМ

1) - NH<sub>2</sub>

2) - OH

3) - O -

37. К КАКОМУ КЛАССУ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОТНОСЯТСЯ ТРИ- И ТЕТРАХРОМОВЫЕ КИСЛОТЫ

1) изополи-

2) гетерополи-

3) оксополи-

38. СОЕДИНЕНИЯ-ВКЛЮЧЕНИЯ – ЭТО

1) клатраты

2) хелаты

3) кластеры

39. В ТКП РАЗНИЦА В ЭНЕРГИИ ОРБИТАЛЕЙ ГРУПП T<sub>2G</sub> И E<sub>G</sub> НАЗЫВАЕТСЯ ЭНЕРГИЕЙ:

1) стабилизации

2) расщепления

3) комплекса

40. ПОЛИЯДЕРНЫЕ КАРБОНИЛЫ ХАРАКТЕРНЫ ДЛЯ МЕТАЛЛОВ С АТОМНЫМИ НОМЕРАМИ:

1) нечетными

2) четными

3) любыми

41. ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КАРБОНИЛОВ ИЗ СОЛЕЙ МЕТАЛЛОВ ИСПОЛЬЗУЮТ:

1) оксид углерода(IV)

2) серу

3) натрий

### Критерии оценивания

Оценка	Оценка в 100-бальной шкале
«отлично»	85 – 100
«хорошо»	70 – 85
«удовлетворительно»	50 – 70
«не удовлетворительно»	Менее 50

## Темы контрольных работ

1. Общие вопросы координационной химии
2. Модели химической связи в координационных соединениях
3. Общие свойства координационных соединений
4. Реакционная способность координационных соединений

## Критерии оценки контрольно-расчетных работ

### Критерии оценивания

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
«хорошо»	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание предмета. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
«удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе. Студент обнаружил понимание основной части материала, способность применить полученные знания на практике.
«не удовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.