

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования**
«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Химия комплексных соединений

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой

Е11 Биологии, химии и методики обучения

Учебный план

44.04.01 Современное химическое образование фундаментальный и прикладной аспекты (о, 2026).plx.plx
Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Современное химическое образование: фундаментальный и прикладной аспекты

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Виды контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

0

самостоятельная работа

149,85

контактная работа во время

промежуточной аттестации (ИКР)

0

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	15 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	30	30	30	30
Контроль на промежуточную аттестацию (зачет)	0,15	0,15	0,15	0,15
В том числе в форме практ.подготовки	4		4	
Итого ауд.	30	30	30	30
Контактная работа	30,15	30,15	30,15	30,15
Сам. работа	149,85		149,85	
Итого	180	30,15	180	30,15

Программу составил(и):

д.х.н., Профессор, Фабинский Павел Викторович _____

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 126)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы Современное химическое образование: фундаментальный и прикладной аспекты

утвержденного учёным советом вуза от 24.06.2026 протокол № .

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой д.б.н., проф., Антипова Екатерина Михайловна

Согласовано с представителями работодателей на заседании НМС УГН(С), протокол № ____ от ____ 20__ г.

Председатель НМС УГН(С)

_____ 2026 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Химия комплексных соединений – одна из специальных химических учебных дисциплин - наука, изучающая состав, строение, свойства координационных соединений и законы, управляющие процессами их образования. Предметом изучения химии комплексных соединений является строение и свойства координационных соединений. Целью дисциплины является

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В.1.ДЭ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1		
2.1.2	Избранные главы неорганической химии	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Биоорганическая химия	
2.2.2	Практикум по химическому синтезу	
2.2.3	Технологическая (проектно-технологическая) практика	
2.2.4	Современный школьный химический эксперимент	
2.2.5	Специальные главы биохимии	
2.2.6	Избранные главы органической химии	

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-3: Способен организовывать научно-исследовательскую деятельность обучающихся

ПК-3.1: Знает: теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности

Знать:

Уровень 1	Знает на пороговом уровне теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 2	Знает на базовом уровне теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 3	Знает на продвинутом уровне теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности

Уметь:

Уровень 1	Умеет на пороговом уровне применять теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 2	Умеет на базовом уровне применять теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 3	Умеет на продвинутом уровне применять теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской и проектной деятельности

Владеть:

Уровень 1	Владеет на пороговом уровне теоретическими основами и технологиями организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 2	Владеет на базовом уровне теоретическими основами и технологиями организации научно-исследовательской и проектной деятельности
Уровень 3	Владеет на продвинутом уровне теоретическими основами и технологиями организации научно-исследовательской и проектной деятельности

ПК-3.2: Умеет: подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ

Знать:

Уровень 1	Знает на пороговом уровне как подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 2	Знает на базовом уровне как подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 3	Знает на продвинутом уровне как подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ

Уметь:	
Уровень 1	Умеет на пороговом уровне подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 2	Умеет на базовом уровне подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 3	Умеет на продвинутом уровне подготавливать проектные и научно-исследовательские работы с учетом нормативных требований; консультировать обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Владеть:	
Уровень 1	Владеет пороговыми навыками подготовки проектных и научно-исследовательских работ с учетом нормативных требований; консультирования обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 2	Владеет базовыми навыками подготовки проектных и научно-исследовательских работ с учетом нормативных требований; консультирования обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
Уровень 3	Владеет продвинутыми навыками подготовки проектных и научно-исследовательских работ с учетом нормативных требований; консультирования обучающихся на всех этапах подготовки и оформления проектных, исследовательских, научных работ
ПК-3.3: Владеет навыками организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций	
Знать:	
Уровень 1	Начальные навыки организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций
Уровень 2	Базовые навыки организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций
Уровень 3	Продвинутые навыки организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций
Уметь:	
Уровень 1	Организовать и проводить учебно-исследовательскую, научно-исследовательскую, проектную и иную деятельность в ходе выполнения профессиональных функций на пороговом уровне
Уровень 2	Организовать и проводить учебно-исследовательскую, научно-исследовательскую, проектную и иную деятельность в ходе выполнения профессиональных функций на базовом уровне
Уровень 3	Организовать и проводить учебно-исследовательскую, научно-исследовательскую, проектную и иную деятельность в ходе выполнения профессиональных функций на продвинутом уровне
Владеть:	
Уровень 1	Начальными навыками организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций
Уровень 2	Базовыми навыками организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций
Уровень 3	Продвинутыми навыками организации и проведения учебно-исследовательской, научно-исследовательской, проектной и иной деятельности в ходе выполнения профессиональных функций

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература и эл. ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия химии комплексных соединений						

1.1	Понятие о комплексных соединениях. Предмет химии комплексных соединений, ее место в системе наук. Задачи химии комплексных соединений и перспективы развития. /Пр/	2	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
1.2	Терминология химии комплексных соединений. Координационная теория А.Вернера. Классификация координационных соединений. /Пр/	2	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
1.3	Изомерия комплексных соединений. Зависимость свойств комплексных соединений от взаимного расположения лигандов. Правила Пейроне, Йергенсена, транс-влияние И.И.Черняева. /Пр/	2	3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
	Раздел 2. Раздел 2. Химическая связь в комплексных соединениях						
2.1	Квантово-механические представления о природе химической связи. Метод валентных связей /Пр/	2	3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
2.2	Теория кристаллического поля /Пр/	2	3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
2.3	Метод молекулярных орбиталей /Пр/	2	3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
	Раздел 3. Раздел 3. Термодинамическая устойчивость и кинетическая лабильность комплексных соединений						
3.1	Термодинамическая устойчивость и кинетическая лабильность комплексных соединений /Пр/	2	3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
3.2	Типы химических взаимодействий с участием комплексных соединений /Пр/	2	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
	Раздел 4. Раздел 4. Биологическая роль и применение комплексных соединений						
4.1	Комплексные соединения в живых организмах, их роль /Пр/	2	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
4.2	Применение комплексных соединений в химических анализах /Пр/	2	1	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		
4.3	Зачет /КРЗ/	2	0,15	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к зачету

- Координационная теория А. Вернера, основные положения. Номенклатура комплексных соединений, основные их типы.
- Изомерия комплексных соединений (гидратная, координационная, связевая, ионизационная, трансформационная, геометрическая, конформационная, оптическая, формальная).
- Теория строения координационных соединений. Метод валентных схем (ВС). Основные положения. Высоко- и низкоспиновые, внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Возможности и ограничения метода.
- Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Расщепление d - орбиталей в полях различной симметрии. Энергия расщепления и спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера. Возможности и ограничения метода.
- Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения. Качественные аспекты ТПЛ. Нефелоауксетический ряд. Построение групповых орбиталей. Схема молекулярных орбиталей для соединений типа ML₆.
- Электронные спектры поглощения, основные понятия, теоретические основы. Типы электронных переходов, отнесение и характеристики полос поглощения.
- Электронные переходы в координационных соединениях переходных металлов, d-d переходы. Диаграммы Оргелла и Танабе-Сугано.
- Спектрофотометрия. Методы определения состава, констант устойчивости, молярных коэффициентов поглощения.

9. Колебательные спектры. Теоретические основы. Проявление колебательных переходов в ИК- спектрах. Интенсивность колебательных переходов. Характеристические частоты и группировки. Общие рекомендации по интерпретации ИК- спектров координационных комплексов.

10. Термодинамика образования координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции.

11. Методы определения констант устойчивости. Теоретические основы потенциометрии, возможность применения для исследования координационных соединений. Хелатный эффект.

12. Реакции комплексных частиц. Классификация реакций. Механизм реакций замещения. Взаимное влияние лигандов.

13. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Механизмы окислительно-восстановительного взаимодействия. Типы превращений.

14. Применение координационных соединений. Аналитическая, неорганическая и бионеорганическая химия.

Металлокомплексный катализ. Химическая технология. Нанохимия. Экология.

5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены

5.3. Фонд оценочных средств

1. Приведите формулы следующих комплексных соединений:

-бис(сульфато)тетраакваферрат (III) гексаакважелеза (II)

-тетрахлоропалладат(II) тетраамминпалладия(II)

-бромид амидосульфатобис(этилендиамин)дикобальта (III)

-гидроксотрихлороаурат(III) оксония

-хлорид карбонатодекаамминдикобальта(III)

2. Для пары ионов $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$

-укажите электронное строение центральных ионов в этих комплексах

-изобразите на диаграммах расщепленных d-орбиталей распределение электронов и подсчитайте ЭСКП

-укажите, у какого комплекса больше величина расщепления и объясните почему

-объясните причину различной окраски соединений, содержащих эти ионы

-рассчитайте величину их магнитных моментов

-изобразите распределение электронов по методу валентных связей и укажите тип гибридизации орбиталей центрального атома

-объясните лабильность или инертность этих ионов в реакциях обмена лигандами

3. Определите тип изомерии в наборах комплексных соединений:

- $[\text{Co}(\text{py})_2(\text{Cl})_2]\text{Cl}$ и $[\text{Co}(\text{py})\text{Cl}_3]\cdot\text{py}$

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}(\text{NO}_3)]\text{Cl}$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{Cl})_2]\text{NO}_3$

- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4](\text{OH})_2$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{SO}_4$

4. Для каких электронных конфигураций центрального атома (d1-d9) тетраэдрических и октаэдрических комплексов

сильных и слабых полей лигандов можно ожидать проявления эффекта Яна-Теллера? Покажите, что для октаэдрического комплекса, центральный атом которого имеет электронную конфигурацию d7, аксиальное удлинение должно быть спонтанным.

5. На основании правила Сиджвика установите число x в комплексах:

$[\text{Ru}(\text{CO})_x]$, $[\text{Rh}(\text{CO})_x]^-$, $[\text{Fe}(\text{CO})_x\text{Cl}_2]$, $[\text{Ru}(\text{CN})_x](x-2)^-$, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_x]^{2+}$

Вопросы для выполнения письменных работ

1. Приведите по три примера аквакомплексов, аммиакатов, ацидокомплексов.

2. Определить степень окисления центрального иона в комплексных соединениях:

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{SO}_4$; $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})(\text{CN})_3]$; $\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2\text{I}_2\text{SO}_4$;

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2\text{ClBr}]$; $\text{Na}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$; $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2] \cdot [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{I}_2$;

$\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})(\text{CN})_3]$; $(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_4(\text{OH})_2]$; $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2\text{I}_2]\text{SO}_4$.

3. Дать названия комплексным соединениям:

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$; $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_3)_2]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{CrF}_6]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{CO}_3)]\text{Cl}$;

$[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$; $\text{K}_2[\text{Ir}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_5]$; $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

4. Написать формулы следующих комплексных соединений: калия пентацианоамминоферрат (III); калия пентахлороакваиридат (III); аммония гептафтороцирконат (IV); нитратопентамминкобальта (II) нитрат; натрия трихлоротриаквадмат

5. Напишите координационные изомеры для комплексов $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

6. Определите заряд комплексообразователя в соединениях: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$, $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$, $\text{Cs}[\text{AuCl}_4]$.

7. Определите комплексные ионы в соединениях: $\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$, $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$, $2\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.

8. Определить степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях и привести их названия: а) $\text{K}[\text{AuBr}_4]$; б) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$; в) $\text{Ca}[\text{ZrF}_6]$; г) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$; д) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$;

е) $\text{K}[\text{PtNH}_3\text{Cl}_5]$; ж) $\text{H}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]$; з) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$; и) $\text{Na}_2[\text{FeNO}(\text{CN})_5]$; к) $\text{K}[\text{Cr}(\text{SO}_4)_2]$

9. Определить величину и знак заряда комплексных ионов. Составить формулы комплексных соединений с приведенными катионом или анионом: а) $[\text{Bi}+\text{III}]_4$; б) $\text{Cr}+\text{III}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}$; в) $[\text{Pd}+\text{II}(\text{NH}_3)_2(\text{CN})_2]$; г) $[\text{Fe}+\text{III}\text{F}_6]$;

д) $[\text{Hg}+\text{II}(\text{SCN})_4]$; е) $[\text{Cr}+\text{III}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$; ж) $[\text{Co}+\text{III}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$; з) $[\text{Zr}+\text{IV}(\text{OH})_6]$; и) $[\text{Ag}+\text{I}(\text{CN})_2]$; к) $[\text{Fe}+\text{III}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Br}]$

10. Написать координационные формулы следующих комплексных соединений, обосновать выбор комплексообразователя и привести их названия: а) $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$; $\text{SiF}_4 \cdot \text{BaF}_2$; $2\text{Ca}(\text{CN})_2 \cdot \text{Fe}(\text{CN})_2$; б) $2\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

$2\text{KNO}_3 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{Au}(\text{NO}_3)_3$; в) $2\text{NH}_4\text{Br} \cdot \text{CuBr}_2 \cdot 2\text{NH}_3$; $3\text{KCN} \cdot \text{Fe}(\text{CN})_3$; $3\text{NaCl} \cdot \text{IrCl}_3$; г) $\text{Cd}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{KCl} \cdot \text{PtCl}_4 \cdot \text{NH}_3$; $\text{KCN} \cdot \text{Co}(\text{CN})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ д) $\text{NH}_4\text{CN} \cdot \text{Cr}(\text{CN})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$; $\text{PdCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$

11. Напишите формулы ионизационных изомеров для комплексов $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{SO}_4$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$.

12. Составьте названия комплексных анионов:

$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})(\text{CN})_5]^{3-}$; $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]^-$; $[\text{AuCl}_3(\text{OH})]^-$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $\text{Na}_2[\text{PdI}_4]$; $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$; $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$

13. Составьте формулы комплексных соединений:

гексахлоропалладат(IV) аммония; дихлороаргентат(I) цезия. бис(сульфато)тетраакваферрат(III) натрия; гидроксотрихлороаурат(III) оксония.

14. Составьте формулы всех возможных комплексных соединений, комбинируя один Co^{III} , $x \text{ NH}_3$, $y \text{ NO}_2^-$ и (при необходимости) $z \text{ K}^+$ (для атома Co^{III} $\text{KЧ} = 6$). Назовите эти соединения.

15. Используя теорию кристаллического поля, определите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают сильное поле: а) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]^-$; б) $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$; в) $[\text{Cr}(\text{NO})(\text{CN})_5]^{3-}$. Укажите число неспаренных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.

16. Используя теорию кристаллического поля, установите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают слабое поле: а) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$; б) $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$; в) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Укажите число неспаренных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.

17. Объясните с помощью теории кристаллического поля, почему комплексная соль $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ бесцветна, а соль $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ окрашена.

18. В комплексах $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$ и $[\text{Ni}(\text{NCS})_6]^{4-}$ лиганды обладают сильным полем. Составьте энергетическую схему образования связей в этих комплексах и укажите магнитные свойства комплексов.

19. Будет ли иметь окраску ион Zn^{2+} в водных растворах?

20. С помощью метода МО изобразите электронную конфигурацию высокоспинового комплексного иона $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

21. Каков механизм образования донорно-акцепторной связи? Укажите донор и акцептор в следующих комплексных ионах: $[\text{SiF}_6]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{HgI}_4]^{2-}$.

22. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрическую форму следующих парамагнитных комплексов:

тетрахлороникколат(II)-ион, катион хлоропентаамминхрома(III), катион гексааквамарганца(II).

23. Изобразите распределение электронов в октаэдрическом комплексном ионе $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$. Указать магнитные свойства иона.

24. Какая гибридизация проявляется при образовании комплексных ионов $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ и $[\text{FeF}_6]^{4-}$? Каково пространственное строение этих комплексных ионов? Как метод ВС объясняет магнитные свойства и реакционную способность этих ионов?

25. Как метод ВС объясняет пространственное строение и магнитные свойства следующих комплексных ионов: $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{AuCl}_4]^-$, $[\text{NiF}_6]^{4-}$.

26. Определить тип гибридизации орбиталей в комплексах: $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, ($\square > 0$); $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, ($\square = 0$); $[\text{CoCl}_6]^{3-}$, ($\square > 0$); $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, ($\square > 0$); $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, ($\square > 0$).

27. Составьте уравнения реакций получения комплексов в водном растворе:

а) $\text{CuSO}_4(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}$ (изб.) =

б) $\text{HgI}_2(\text{т}) + \text{HI}$ (изб.) =

в) $\text{Cu}_2\text{O}(\text{т}) + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (изб.) =

г) $\text{AgI}(\text{т}) + \text{Na}_2\text{SO}_3\text{S}$ (изб.) =

28. Составьте уравнения следующих реакций с участием комплексов в водном растворе:

а) катион гексаакваалюминия(III) + вода =

б) тетрагидроксобериллат(II)-ион + вода =

в) катион дигидроксотетраакважелеза(III) + катион оксония (изб.) =

г) тетрагидроксоцинкат(II) калия + азотная кислота (изб.) =

д) катион гексааквахрома(III) + гидроксид-ион (изб.) =

е) бис(тиосульфато)аргентат(I) натрия + сульфид натрия =

29. Напишите уравнения реакций обмена между соединениями:

$\text{CdSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 + \text{SrCl}_2 = \dots$; $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$

30. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием комплексов в водном растворе:

а) гексацианоферрат(II) калия + дихлор =

б) хлорид гексаамминкобальта(II) + пероксид водорода =

в) катион дихлоротетрааквахрома(III) + цинк + катион оксония =

г) гексагидроксохромат(III) калия + дибром =

31. Написать координационные формулы следующих комплексных соединений и привести их названия:

а) $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$; б) $\text{PtCl}_4 \cdot 5\text{NH}_3$; в) $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$; г) $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$; д) $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$.

32. Имея в виду, что координационное число кобальта (III) равно шести, написать координационные формулы следующих комплексных соединений:

а) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 6\text{NH}_3$; б) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{KNO}_2 \cdot 2\text{NH}_3$; в) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{NH}_3$; г) $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{KNO}_2$

Написать уравнения электролитической диссоциации этих соединений и их названия.

33. Написать уравнения диссоциации в растворе комплексных ионов следующих соединений и выражение констант нестойкости комплексных ионов:

а) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; б) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$; в) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}_2$; г) $\text{Cs}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$; д) $\text{K}[\text{VF}_6]$; е) $\text{Ba}[\text{BF}_5]$; ж) $\text{Na}_2[\text{MoF}_6]$;

з) $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{OH})_6]$.

34. Из каких валентнонасыщенных молекул состоят следующие комплексные соединения:

а) $\text{K}_2[\text{PdBr}_4]$; б) $\text{Ba}_2[\text{Co}(\text{OH})_6]$; в) $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$; г) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{H}_2\text{OCl}_2]\text{Cl}$; д) $\text{H}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]$; е) $(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$; ж) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{C}_2\text{O}_4]\text{Cl}$; з) $\text{Cs}[\text{AuCl}_4]$; и) $\text{Na}_2[\text{Pt}(\text{OH})_6]$; к) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_3]\text{Cl}_3$.

35. Известно, что из раствора комплексной соли $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ нитрат серебра осаждает весь хлор, а из раствора $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ только $2/3$ хлора. Написать координационные формулы этих солей и уравнения их диссоциации.

36. Растворится ли 1 моль гидроксида алюминия в 100 г 10 %-го раствора едкого кали с образованием комплексного соединения $K[Al(OH)_4]$?
37. Рассмотрите возможность электролитической диссоциации в водном растворе комплексных соединений: а) гидроксид диаминсеребра(I); б) гексацианоферрат(III) калия; тетрагидроксоцинкат(II) натрия; г) дихлордиамминплатина; д) бис(циклопентадиенил)кобальт. Почему некоторые из этих соединений диссоциируют полностью, а другие практически не диссоциируют?
38. Укажите, какие из комплексных соединений являются неэлектролитами и сильными электролитами в водном растворе:
 а) $K_2[PtCl_6]$; $[Pt(NH_3)_2Br_4]$; $K_3[Fe(CN)_6]$
 б) $[Pt(NH_3)_2(OH)_2]Cl_2$; $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$; $H_2[SiF_6]$
 в) $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$; $[Ag(NH_3)_2]Br$; $[Fe(C_5H_5)_2]$.
- Для сильных электролитов составьте уравнения электролитической диссоциации.
39. Составьте уравнения ступенчатых реакций образования комплексов и запишите для них выражения ступенчатых констант устойчивости K_n : а) тетрагидроксоцинкат(II) ион, б) тетраиодомеркурлат(II)-ион, в) катион диаминмеди(I).
40. Составьте уравнения реакций полного замещения лигандов в водном растворе:
 а) $K_3[RhCl_6] + K_2C_2O_4 =$
 б) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2 + en =$
 в) $[Ni(H_2O)_6]^{2+} + NH_3 \cdot H_2O =$
 г) $[Cr(H_2O)_6]^{3+} + OH^- =$
41. Написать молекулярные и ионные уравнения реакций обмена между следующими соединениями:
 а) $CdSO_4 \cdot 4NH_3 + BaCl_2 = \dots$
 в) $Fe(CN)_2 \cdot 4KCN + FeCl_3 =$
 б) $PtCl_4 \cdot 2NH_3 \cdot H_2O + AgNO_3 = \dots$
42. Какое основание является более сильным: $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ или $Cu(OH)_2$? Ответ мотивировать.
43. Какая из кислот сильнее: HCN или $H[Ag(CN)_2]$? Почему?
44. Степень гидролиза какой соли больше? а) KCN или $K[Ag(CN)_2]$; б) $ZnCl_2$ или $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$. Ответ мотивировать.
45. Раствор сульфата меди образует осадки с растворами едкого натра и сульфида аммония. Раствор сульфата тетраамминмеди образует осадок только с сульфидом аммония. Объяснить эти явления, пользуясь таблицами ПР и Кнест.
46. Какой комплексный ион прочнее: а) $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ или $[Cd(NH_3)_4]^{2+}$; б) $[Co(NH_3)_4]^{2+}$ или в) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$. Ответ мотивировать. Соответствуют ли величины констант нестойкости сделанным выводам?
47. Какой комплексообразователь должен давать более прочные комплексы: а) Pt^{4+} или Pt^{2+} ; б) Ca^{2+} или Zn^{2+} ; в) Mg^{2+} или Ni^{2+} ; г) Zn^{2+} или Cd^{2+} . Ответ мотивировать.
48. Почему гидроксид двухвалентной меди растворяется в аммиаке? Составьте уравнение реакции.
49. Написать графические формулы цис- и транс-изомеров тетрахлордиамминплатины (IV).
50. Существуют два комплексных соединения кобальта одинакового состава: $CoClSO_4 \cdot 5H_2O$. Раствор одной соли дает осадок с раствором хлорида бария, но не взаимодействует с раствором нитрата серебра. Раствор другой соли дает осадок с нитратом серебра, но не взаимодействует с хлоридом бария. Написать координационные формулы обоих соединений.

5.4. Перечень видов оценочных средств

- Устный опрос (входной контроль)
- Контрольная работа по темам
- отчет по практической работе
- Зачет

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛП.1	Рыбальченко И. В., Баян Е. М., Медведева Е. С.	Комплексные соединения: синтез, свойства, применение: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2021
ЛП.2	Неудачина Л. К., Лакиза Н. В.	Химия координационных соединений: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2025
ЛП.3	Матвеев Е. Ю., Жижин К. Ю.	Химия комплексных соединений: учебно-методическое пособие	Москва : РТУ МИРЭА, 2022
ЛП.4	Киселев Ю. М.	Химия координационных соединений: учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2026

6.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Для освоения дисциплины необходим компьютер с графической операционной системой, офисным пакетом приложений, интернет-браузером, программой для чтения PDF-файлов, программой для просмотра изображений и видеофайлов и программой для работы с архивами.

6.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Elibrary.ru: электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию. Адрес: <http://elibrary.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Адрес: <https://biblioclub.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ». Адрес: e.lanbook.com. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
4. Образовательная платформа «Юрайт». Адрес: <https://urait.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.
5. ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований. Адрес: <https://krasspu.antiplagiat.ru>. Режим доступа: Индивидуальный неограниченный доступ.

7. МТО (оборудование и технические средства обучения)

Перечень учебных аудиторий и помещений закрепляется ежегодным приказом «О закреплении аудиторий и помещений в

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудиторная работа студентов включает выполнение практических работ и решение индивидуальных заданий. Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает следующие формы работы: работа с основной и дополнительной литературы по темам, выполнение индивидуальных заданий. Оценивание деятельности студента осуществляется по модульно-рейтинговой системе, результаты находят свое отражение в журнале рейтинг-контроля.

Рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий

При решении индивидуального задания недостаточно будет использовать только конспекты лекций. Необходимо обращаться к учебным пособиям обязательной и дополнительной литературе.

В тех случаях, когда задачу решить не удастся, возникают неясности и затруднения, нужно обращаться за консультацией к преподавателю.

Для выполнения индивидуальных заданий следует завести отдельную большую тетрадь, куда вошли бы все решенные задания.

На каждой страницы тетради оставлять поля, где преподаватель может делать комментарии и замечания, возникающие во время проверки индивидуальной работы.