

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра химии

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

_____ профессор Саламов А.М.

факультета _____ М.К.Дакиева

« 22 » _____ мая _____ 2024 г.

« 23 » _____ мая _____ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.03.01. Химия

Профиль: медицинская и фармацевтическая химия

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

**МАГАС
2024**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Химия координационных соединений» являются:

- рассмотрение основных понятий химии координационных соединений;
- изучение представителей отдельных классов координационных соединений, их номенклатуры, параметров химического связывания в молекулах, их геометрической конфигурации, видов изомерии;
- ознакомление с основными физико-химическими методами исследования строения и свойств координационных соединений, методиками их синтеза, очистки и идентификации;
- освоение и углубление знаний по термодинамическому и кинетическому описанию реакций комплексных частиц;
- формирование представлений об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к Блоку 1, дисциплинам по выбору и является альтернативной дисциплиной; изучается в 6 семестре.

Химия координационных соединений, как самостоятельное научное направление, является важной составной частью химической науки. Ее результаты и достижения оказывают существенное влияние на развитие и решение как фундаментальных, так и практических задач общества и используются во многих сферах жизнедеятельности человечества: в промышленном и сельскохозяйственном производствах, в решении экологических задач, в медицине, в пищевой промышленности. Теоретический арсенал химии координационных соединений и сами координационные соединения широко используются практически во всех отраслях химической науки: аналитической и органической химии, биохимии, катализе, электрохимии, фотохимии, теории растворов и т.д. В связи с этим развитие теоретического и экспериментального базиса химии координационных соединений как междисциплинарной науки имеет общехимическое и, в целом, общенаучное значение.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Химия координационных соединений» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Химия координационных соединений»	Семестр
Б1.О.10	Математика	1,2
Б1.О.14	Физика	1,2
Б1.О.06	Неорганическая химия	1,2
Б1.О.07	Органическая химия	5,6
Б1.О.08	Физическая химия	5,6

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия химии координационных соединений;
- номенклатуру и изомерию комплексных соединений;
- особенности комплексообразования в различных агрегатных состояниях;
- теорию координационных соединений;
- физико-химические методы исследования строения и свойств, методики их синтеза, очистки и идентификации;
- о возможности применения термодинамического и кинетического подходов к описанию реакций комплексных частиц;
- об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни.

Уметь:

- систематизировать и обобщать знания, полученные при изучении лекций и других учебно-научных источников информации;
- свободно и грамотно излагать теоретический материал по основным вопросам химии координационных соединений;
- использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц;
- использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы;

Владеть:

- методикой проведения химического эксперимента в лабораторных условиях;
- умением правильного объяснения результатов эксперимента, если даже результат отрицательный;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории;

- физико-химическими методами исследования строения и свойств;
- методикой синтеза, очистки и идентификации комплексных соединений.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции и индикаторы их достижения			
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений)	Знать: правила поведения при ЧС различного характера; анатомофизиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов; идентификацию травмирующих, вредных и поражающих факторов чрезвычайных ситуаций. Уметь: оценивать последствия воздействия на человека опасных, вредных и поражающих факторов, рекомендовать меры по снижению риска. Владеть: приемами оказания первой помощи и методы защиты в условиях ЧС.
		УК – 8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности.	
		УК – 8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.	

		<p>УК- 8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях.</p>	
Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения			
ПК-9	<p>Способен использовать базовые понятия экологической химии, методов безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способен проводить оценку возможных рисков.</p>	<p>ПК-9.1. Проводит мониторинг, оценку состояния окружающей среды, знает принципы охраны почв и недр, о роли и месте биотехнологических, биомедицинских инноваций в системе управления инновациями в РФ, основные аспекты Концепции устойчивого развития; принципы оптимального природопользования и охраны природы; основные методы управления природоохранной деятельности; основные принципы организации ООПТ и режим деятельности, основные понятия и законы экологии.</p>	<p>Знать: базовые понятия экологической химии. Уметь: делать заключения на основании анализа и сопоставлении всей совокупности имеющихся данных использовать основные методы безопасного обращения с химическими материалами; проводить оценку возможных рисков при обращении с химическими материалами. Владеть: техникой безопасного обращения с химическими реактивами и материалами.</p>
		<p>ПК-9.2. Оценивает и прогнозирует перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биомедицинских производств;</p>	

		ПК-9.3. Использует знания для планирования и реализации мониторинга и методов охраны живой природы; применяет приемы определения биологической безопасности продукции биомедицинских производств.	

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия	50	50
Лекции	18	18
Практические занятия	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС)	58	58

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

5.1. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Виды учебной работы				Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практ.	сам.р.		
1.	Основные понятия химии координационных соединений.	8	2	6	10		Тестовый контроль

	Химическая связь в координационных соединениях						
2.	Комплексообразователи и лиганды; изомерия координационных соединений.	8		4	6	12	Контрольная работа
3.	Термодинамика комплексообразования. Физико-химические методы в координационной химии.	8		4	8	12	Коллоквиум
4.	Синтез и реакционная способность координационных соединений.	8		4	6	12	Контрольная работа
5.	Прикладные аспекты химии координационных соединений.	8		4	6	12	Коллоквиум
	Итого:			18	32	58	экзамен

5.2. Содержание дисциплины «Химия координационных соединений»

1. Основные понятия химии координационных соединений. Химическая связь в координационных соединениях.

Краткая история развития химии координационных соединений. Общие сведения и понятия о координационных соединениях. Центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Диссоциация в растворах комплексных частиц. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений. Особенности комплексообразования в различных агрегатных состояниях (твердая, жидкая и газовая фазы). Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности. Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Эффект Яна-Теллера. Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.

2. Комплексообразователи и лиганды. Изомерия координационных соединений.

Обзорный анализ комплексообразующих свойств элементов 1 – 8 групп Периодической системы: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения

комплексов. Щелочные и щелочно-земельные металлы как комплексообразователи. Типы образуемых комплексов и их устойчивость. Координационные соединения р-элементов. Особенности комплексообразования редкоземельных элементов (РЗЭ). Закономерности изменения устойчивости и строения координационных соединений в ряду РЗЭ, роль "лантаноидного" сжатия. Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения. Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому. Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов. Донорная сила растворителей.

Типы изомерии координационных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.

3. Термодинамика комплексообразования. Физико-химические методы в координационной химии

Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Методы стандартизации термодинамических параметров комплексообразования. Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов. Температурные зависимости констант устойчивости как отражение ковалентного и электростатического вкладов в координационную связь. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинового состояния, гибридизации). Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.

Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография). Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР, γ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.). Электрохимические методы (потенциометрия, полярография). Экстракционные методы. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа. Исследования растворимости. Ионообменные методы. Компьютерное моделирование.

4. Синтез и реакционная способность координационных соединений

Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами. Особенности синтеза полиядерных соединений. Темплатный синтез комплексных частиц. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц. "Генеалогический" синтез.

Классификация реакций комплексных частиц. Формальная кинетика описания реакций. Понятие о кинетической устойчивости координационных соединений. Механизмы реакций замещения лигандов. Особенности термоллиза комплексных частиц. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.

5. Прикладные аспекты химии координационных соединений

Координационные соединения в живых организмах. Биометаллы, их краткая

характеристика. Понятие о биокоординационной химии. Биок комплексы и биокластеры. Биок комплексы с анионами неорганических кислот. Биок комплексы с аминокислотами и белками. Биок комплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования.

Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Проблемы разработки лекарственных форм на их основе. Применение летучих координационных соединений в технологии получения материалов из газовой фазы (MOCVD). Основные разновидности материалов, получаемых по технологии CVD. Перспективы применения гетероядерных соединений при синтезе многокомпонентных материалов. Особенности различных способов перевода комплексных соединений в пар, выбор оптимального способа в соответствии с природой комплекса. Комплексы в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо изучить теоретический материал, не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Лекционные занятия проводятся 1 раз через неделю в объеме 2 часов и 2 часов практических занятий каждую неделю в шестом учебном семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят собеседование, выполняют контрольные работы.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Басоло Ф., Джонсон Р. Химия координационных соединений. – М.:Мир, 2006.
2. Гринберг А.А. Введение в химию координационных соединений. – М. – Химия, 2006.
3. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. – М.:ВШ., 1985.

4. Кукушкин В.Ю., Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных соединений. – Л.:Наука, 1990.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>Номер раздела (темы)</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Основные понятия химии координационных соединений. Химическая связь в координационных соединениях	10	собеседование, тестовый контроль
2.	Комплексообразователи и лиганды; изомерия координационных соединений.	12	собеседование, тестовый контроль
3.	Термодинамика комплексообразования. Физико-химические методы в координационной химии.	12	собеседование, тестовый контроль
4.	Синтез и реакционная способность координационных соединений.	12	собеседование, тестовый контроль
5.	Прикладные аспекты химии координационных соединений.	12	собеседование, тестовый контроль

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные вопросы для собеседования

1. Основные понятия химии координационных соединений.
2. Типы реакций комплексообразования в растворах
3. Функции, характеризующие комплексообразование.
4. Методы расчета константы равновесия по функциям комплексообразования.
5. Экспериментальные методы изучения комплексообразования
6. Лабильные и инертные комплексы.
7. Методы определения состава комплексов.
8. Координационное число и стереохимия комплексов
9. Изомерия комплексов.
10. Вернеровские комплексы.
11. Комплексы с П-лигандами.
12. Классификация неорганических реакций.
13. Реакция замещения в комплексах.
14. Реакция изомеризации.
15. Ключевые реакции гомогенного катализа.

16. Окислительно-восстановительные реакции.
17. Применение комплексных соединений.
18. Какие соединения можно отнести к комплексным?
19. Пользуясь положениями координационной теории Вернера дайте определения следующим понятиям: а) комплексообразователь, б) лиганды, в) координационное число комплексообразователя, г) внутренняя и внешняя сфера комплекса.
20. Как определяются заряд комплексного иона и степень окисления комплексообразователя?
21. Какая связь между строением атомов элементов и их способностью к комплексообразованию? Приведите примеры типичных комплексообразователей.
22. Приведите примеры типичных лигандов. Какие лиганды называются монодентатными и какие полидентатными?
23. Какое влияние должно оказывать на значение координационного числа увеличение радиуса и заряда: а) комплексообразователя, б) лигандов? Каким соотношением двух сил, действующих между центральным атомом и лигандами и между самими лигандами, определяется координационное число?
24. Дайте определение и приведите примеры основных типов комплексных соединений.
25. Укажите основные виды изомерии комплексных соединений. Приведите примеры.
26. Как с позиций метода валентных связей объяснить образование связей между комплексообразователем и лигандами? Какие орбитали центрального атома могут одновременно участвовать в образовании связей? Чем это определяется?
27. Какую геометрическую конфигурацию имеет комплексный ион при значении координационного числа комплексообразователя 2, 4, 6? Укажите соответствующие типы гибридизации орбиталей.
28. Какие комплексные соединения называются внешнеорбитальными и внутрIORбитальными? Чем объясняется их различная прочность?
29. По каким экспериментальным данным находят число неспаренных электронов в комплексах? Приведите примеры.
30. Какие комплексы называют высокоспиновыми и низкоспиновыми? Укажите параметры, которые являются для них общими и различными.
31. Какая теория получила название теории кристаллического поля? Чем отличается она от метода ВС?
32. Что такое энергия расщепления кристаллическим полем, от чего она зависит? Какие факторы определяют положение лиганда в спектрохимическом ряду?
33. Как ТКП объясняет закономерности изменения устойчивости комплексных соединений?
34. Исходя из ТКП, объяснить окраску комплексных соединений.
35. Что является количественной характеристикой устойчивости комплексных ионов?
36. Каково соотношение между общей константой нестойкости и константами, характеризующими отдельные стадии процесса диссоциации комплексного иона?
37. Какое влияние оказывает комплексообразователь на связи в координированных около него молекулах H_2O и NH_3 ?
38. Приведите примеры, показывающие влияние координации на окислительно-восстановительные свойства комплексообразователя.
39. Приведите примеры комплексных соединений: с комплексным анионом, с комплексным катионом, являющихся неэлектролитами. Дайте им название.
40. Охарактеризуйте возможные механизмы окислительно-восстановительных реакций координационных соединений. Как их различить? Назовите необходимое и достаточное условие реализации внутрисферного механизма.

Примерные варианты контрольной работы

Вариант 1

1. Назвать комплексные соединения: $\text{Ba}[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{en})(\text{Cl}_2)]\text{Cl}$, $[\text{PtCl}_2][\text{AuCl}_4]$.
2. Написать формулы: а) тетраयोдинат(III) индия⁺; б) хлорид броматетраамминаквахрома(III); в) триамминхлориднитрокобальт.
3. Можно ли осадить ионы Ni^{2+} из раствора $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ объемом 1л и $C=0,1$ моль/литр, содержащего 0,2 моль KCN ($\alpha=80\%$), если добавить 10^{-4} моль сульфида аммония? При какой мт концентрации сульфида аммония начнет выпадать осадок? ($\text{IP}(\text{NiS})=2 \cdot 10^{-28}$).
4. Определите тип гибридизации в следующих комплексах, а так же изобразите их геометрическую формулу: $[\text{AuCl}_4]^-$; $[\text{PtCl}_4]^-$. Чему равны их магнитные моменты?
5. Для осаждения хлорид-ионов, составляющих внешнюю сферу комплексного соединения, из 100мл 0,02м раствора соединения $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ потребовалось 20мл 0,2м раствора AgNO_3 . По результатам этого опыта составьте координационную формулу соединения и назовите его.
6. С лигандами слабого или сильного поля комплексы Co^{3+} являются сильными окислителями, а комплексы Co^{2+} проявляют восстановительные свойства? Как это объясняет ТКП?

Вариант 2

1. Назвать комплексные соединения: $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_2$, $[\text{Co}(\text{En})_3(\text{NO}_3)_3]$.
2. Написать формулы: а) амминпентацианоферрат(II) натрия; б) дигидроксотетрахлороплатинат (IV) аммония.
3. К 0,2м NiSO_4 добавили равный объем 2м NH_3 , вычислить $[\text{Ni}]^{2+}$, если считать что в растворе образуется комплексный ион $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.
4. В комплексах $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$ и $[\text{Ni}(\text{CNS})_6]^{4-}$ лиганды обладают сильным полем. Составьте энергетическую схему образования связей (метод ВС) в этих комплексах и укажите магнитные свойства комплексов.
5. Определите координационное число (х): $[\text{Fe}^{\text{II}}\text{F}_x]^{-(x-2)}$; $[\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cl}_x]^{-(x-2)}$.
6. Какая электронная конфигурация, d^6 или d^7 , дает большее значение $E_{\text{скп}}$ для октаэдрических высокоспиновых и низкоспиновых комплексов?

Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	В ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно

неудовлетворительно	Ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно
---------------------	--

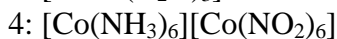
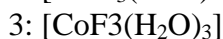
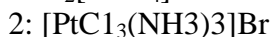
Примерные варианты тестовых заданий

Вариант 1

1. Парамагнитный низкоспиновый внутриорбитальный



2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли



А: тетрахлороплатинат (II) калия

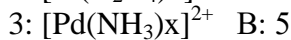
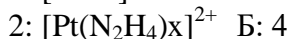
Б: бромид триамминитринитрохлороплатины (IV)

В: триакватрифторокобальт

Г: гексанитрокобальтат (III) гексаамминкобальта (III) Д:

дихлоротетраамминникеля Е: гексацианоферрат(II) калия

3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом



Г: 7

Д: 3

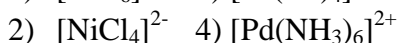
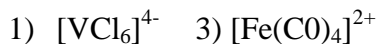
4. Если раствор содержит 0,05 моль/л $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$ и 0,05 моль KCN, $K_n = 1 \cdot 10^{-21}$, то концентрация ионов серебра в моль/л _____

5. Если для комплексного иона энергия расщепления равна 167,2 кДж/моль, то он поглощает свет с длиной волны в нм _____

6. Если при действии раствора серной кислоты весь барий из раствора $\text{Ba}(\text{CN})_2 \cdot \text{Cu}(\text{CNS})_2$ осаждается в виде сульфата бария, то координационная формула соли _____

Вариант 2

1. Парамагнитный высокоспиновый внутриорбитальный



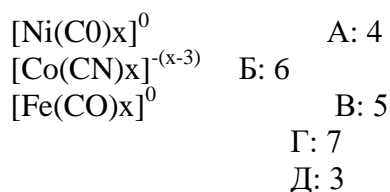
2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли 1:



Д: дихлоротетраамминникеля

Е: гексацианоферрат(II) калия

3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом



4. Если раствор содержит 0,02 моль/л $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ и 1 моль NH_3 , $K_{\text{H}} = 2,75 \cdot 10^{-7}$, то концентрация ионов кадмия в моль/л _____
5. Если максимум поглощения видимого света для комплекса соответствует длине волны 400 нм, то энергия расщепления в кДж/моль _____
6. Если для осаждения хлора из раствора на 1 моль $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ ($K_{\text{ЧPt}} = 6$) требуется 1 моль нитрата серебра, то координационная формула соединения _____

Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Примерная тематика рефератов

1. Лиганды, их классификация, принцип ЖМКО.
2. Координационное число центрального атома, конфигурация комплексов.
3. Типы комплексных соединений.

4. Циклические комплексные соединения.
5. Полиядерные комплексные соединения.
6. Изомерия комплексных соединений.
7. Химические и физико-химические методы изучения строения комплексов.
8. Спектральные методы изучения строения комплексов.
9. Функции, характеризующие комплексобразование в растворах.
10. Графические и расчетные методы определения констант устойчивости по функциям, характеризующим комплексобразование в растворах.
11. Общий обзор экспериментальных методов изучения равновесий комплексов в растворах.
12. Потенциометрические методы изучения комплексобразования.
13. Спектрофотометрические методы изучения коомплексообразования.
14. Изучение комплексобразования методами растворимости, ионного обмена, экстракции.
15. Реакции замещения в октаэдрических комплексах.
16. Реакции замещения в комплексах с к.ч. = 4
17. Реакции изомеризации.
18. Внутрисферные и внешнесферные окислительно-восстановительные реакции.
19. Реакции внедрения (миграции) как стадии гомогенного катализа.
20. Изменение реакционных свойств лигандов вследствие его координации.

Критерии оценивания реферата

Оценка	Критерии оценки
отлично	выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области. Студент в работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал.
хорошо	выставляется, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области.
удовлетворительно	выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.
неудовлетворительно	выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылаясь на мнения учёных, не трактовал нормативно-правовые акты, не высказывал своего мнения, не проявил способность к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

Примерные вопросы к экзамену

1. Определите понятия координационного числа, донорного атома, дентатности

- лиганда, внутренней координационной сферы, внешней координационной сферы, комплекса, координационного соединения, координационного полиэдра.
2. Назовите характерные координационные полиэдры для комплексов с координационными числами 4, 5, 6, 7, 8, 12
 3. Охарактеризуйте структурную (связевую) изомерию. Приведите примеры амбидентных лигандов.
 4. Что такое изомерия координационного положения?
 5. Конформационная (аллогональная, политопическая изомерия). Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
 6. Дайте характеристику оптической изомерии. Что такое энантиомер, конфигурация, конформация, хиральность?
 7. Сформулируйте правило трансвлияния, правило Пейроне, правило Йергенсена, приведите примеры синтеза изомеров разнолигандных комплексов с использованием правила транс- влияния.
 8. Чем отличается кинетический и термодинамический аспекты трансвлияния (транс-эффекта)? Что такое цисвлияние?
 9. Какие факторы влияют на геометрию координационных полиэдров? В чем заключается эффект Яна – Теллера? Что такое структурная жесткость?
 10. Каковы основные положения модели Киперта и метода молекулярной динамики?
 11. Определите понятия: высокоспиновый комплекс, низкоспиновый комплекс.
 12. Как связан магнитный момент комплексов с электронной конфигурацией центрального атома? Приведите примеры комплексов, в которых спиновое состояние зависит от температуры.
 13. Объясните немонокотонное изменение энергии образования аквакомплексов ионов 3d-переходных металлов
 14. Объясните чрезвычайную редкость комплексов Cu(II) с координацией в виде правильного октаэдра. Почему для КЧ = 4 Co(II) предпочитает тетраэдрические, а Pt(II) – квадратные комплексы?
 15. Приведите примеры стабилизации необычных степеней окисления в комплексах. Какие электронные конфигурации ионов d- и f-элементов являются наиболее устойчивыми?
 15. В чем заключается специфика твердого состояния при анализе редокс-устойчивости твердых координационных соединений?
 16. Приведите примеры влияния релятивистских эффектов на строение и свойства координационных соединений.
 17. Сформулируйте принцип изоэлектронной и изолобальной аналогии.
 18. Каковы особенности строения π -комплексов? Опишите модель π -дативного взаимодействия.
 19. Что такое окислительное присоединение и восстановительное элиминирование?
 20. Какие заместители стабилизируют π -связь металл – углерод?
 21. Что такое β -элиминирование, α -элиминирование, восстановительное элиминирование?
 22. Приведите примеры клиновидных сэндвичевых, полусэндвичевых, многослойных сэндвичевых комплексов.
 23. Как зависит устойчивость комплексов от свойств центрального атома и донорного атома?
 24. Что такое хелатный эффект? Макроциклический эффект? Криптантный эффект?
 25. Приведите примеры параметров, используемых для характеристики донорно-акцепторных свойств растворителей. Как определяют донорное число растворителей?
 26. Как влияет растворитель на состав и устойчивость комплексов?
 27. Что такое концепция жестких и мягких кислот и оснований?
 28. Дайте определение лабильности.
 29. Охарактеризуйте возможные механизмы замещения лигандов в растворах комплексов:
 - ассоциативный;
 - диссоциативный;
 - синхронно-ассоциативный;

- синхронно-диссоциативный.

Как их различить?

30. Как часто встречается диссоциативный механизм в реакциях замещения в квадратных комплексах?

31. Какое значение имеет координационное число 5 при интерпретации данных по кинетике замещения лигандов в комплексах?

32. Приведите примеры влияния реакций растворителя на механизм реакций замещения. Как влияет размер лигандов на механизм реакций замещения?

33. Что такое нуклеофильность?

34. Какие реакции называют комплементарными и некомплементарными, одноэлектронными и двухэлектронными?

35. Перечислите факторы, влияющие на скорость редокс-реакций.

Примеры экзаменационных билетов

ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экзаменационный билет № 1

По курсу «Химия координационных соединений»

для студентов 4 курса специальности «Химия»

Вопросы. 1. Определите понятия координационного числа, донорного атома, дентатности лиганда, внутренней координационной сферы, внешней координационной сферы, комплекса, координационного соединения, координационного полиэдра.

2. Каковы особенности строения π -комплексов? Опишите модель π -дативного взаимодействия.

3. Приведите примеры влияния реакций растворителя на механизм реакций замещения. Как влияет размер лигандов на механизм реакций замещения?

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры _____

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экзаменационный билет № 2

По курсу «Химия координационных соединений»

для студентов 4 курса специальности «Химия»

Вопросы. 1. Охарактеризуйте структурную (связевую) изомерию. Приведите примеры амбидентных лигандов.

2. Определите понятия: высокоспиновый комплекс, низкоспиновый комплекс.

3. Как часто встречается диссоциативный механизм в реакциях замещения в квадратных комплексах?

Критерии оценки ответа на экзамене

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа.

		Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебная литература:

а) основная:

1. Басоло Ф., Джонсон Р. Химия координационных соединений. – М.:Мир, 2006.
2. Гринберг А.А. Введение в химию координационных соединений. – М. – Химия, 2006.
3. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. – М.:ВШ., 1985.
4. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1985.
5. Скопенко В.В., Григорьева В.В. Координационная химия. – Киев, Вища школа, 1987.
6. Кукушкин В.Ю., Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных соединений. – Л.:Наука, 1990.
7. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами, Пер. с англ.. – М.: Мир, 2009.
8. Березин Б.Д. Координационные соединения порфиринов и фталоцианина. – М.: Наука, 2008.
9. Бальхаузен К. Введение в теорию поля лигандов. – М.: Мир, 2004.

10. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений.: - Л.: Химия, 1986.
11. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. – М.: Мир, 2007.
12. Свиридов Д.Т. и др. Оптические спектры ионов переходных металлов в кристаллах. – М.: Наука, 1976.
13. Третьяков Ю.Д. и др. Неорганическая химия В 2-х кН.. – М.:Химия, 2001.
14. Координационная химия редкоземельных элементов. Под ред. В.И.Спицына. – МГУ, 1979.

б) дополнительная:

1. Ракитин Ю.В., Ларин Г.М., Минин В.В. Интерпретация спектров ЭПР координационных соединений. – М.: Наука, 1993.
2. Кисилев Ю.М. Стабилизация состояний окисления при координации. – Журнал неорг. Химии, 2002, т.47, № 4, с. 540-554.
3. Мартыненко Л.И. Особенности комплексообразования РЗЭ (III). – Успехи химии, 1991, т.60, № 9, с.1969-1982.
4. Комплексообразование в неводных растворах. – Г.А.Крестов, В.Н.Афанасьев, А.В.Агафонов и др. – М.: Наука, 1989.
5. Инцеди Я. Применение комплексов в аналитической химии. – М.:Мир, 1979.
6. Биологические аспекты координационной химии // Яцимирский К.Б., Братушко Ю.И., Бударин Л.И. и др. Под общ ред. К.Б.Яцимирского. – Киев: Наукова думка, 1979.
7. Конкурентная координация: амбидентатные лиганды в современной химии металлокомплексных соединений.// А.Д.Гарновский, Д.А.Гарновский, И.С. Васильченко и др. - Успехи химии, Т.66, №5, 1997, с. 434-462.

9.2. Интернет-ресурсы

1. http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ

- 1.1. Microsoft Windows 7
- 1.2. Microsoft Office 2007
- 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
- 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
- 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- 1) Лекции: презентации.
- 2) Контрольные тесты.
- 3) Список вопросов для проведения коллоквиумов.
- 4) Таблицы.
- 5) Варианты заданий для контрольных работ.
- 6) Варианты заданий для самостоятельных работ.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Химия координационных соединений» направлена на формирование компетенций: УК-8, ПК-9.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Лабораторные занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к лабораторному занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной

работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны

быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать

полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Химия координационных соединений» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.03.01. «Химия (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671

Программу составил: к.п.н., профессор кафедры химии Саламов А.М.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от «21» мая 2024 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от «22» мая 2024 г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой