Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.4.1 Химия комплексных соединений»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.4.1 Химия комплексных соединений*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 5 от «14» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии _____ Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцет кфедры химии _____ Т.А. Ткачева
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия _____ Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.Н. Бикмиеева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Ткачева Т.А., 2025
© ОГУ, 2025

2

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучить состав, строение и химические свойства комплексных соединений, методы их исследования и применения в аналитической химии.

Задачи: освоить и углубить фундаментальные знания по химии переходных элементов; изучить особенности строения и реакционной способности комплексных соединений; изучить основные методы исследования состава и строения комплексных соединений; уметь описывать свойства и структуру комплексов на основе закономерностей, вытекающих из теорий химической связи; освоить методы исследования комплексных соединений и уметь интерпретировать экспериментальные данные.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Неорганическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК*-1-В-2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	**Знать:** основные методы сбора, обработки, анализа и обобщения результатов научных экспериментов; основные правила составления плана исследования **Уметь:** проводить научные исследования по сформулированной тематике; самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты **Владеть:** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера; технологиями планирования научных исследований.
ПК*-2 Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК*-2-В-1 Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных	**Знать:** основные поисковые системы химической информации; теоретические основы методов анализа численных данных **Уметь:** собирать, систематизировать и анализировать научную литературу по заданной теме; пользоваться электронными и интернет-версиями патентно-информационных баз данных;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		проводить статистическую обработку данных с использованием линейных и нелинейных методов анализа и стандартного программного обеспечения **Владеть:** навыками целенаправленного сбора литературы и анализа научной литературы, в том числе с использованием современных информационных технологий; методами обработки результатов эксперимента с привлечением информации из тематических баз данных

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**118,25**	**118,25**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);* *- написание реферата (Р);* *- написание эссе (Э);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «_____»;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**25,75**	**25,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в химию комплексных соединений	14	2	6	-	4
2	Строение комплексных соединений	26	6	4	-	6

3	Типы комплексных соединений	26	4	6	-	4
4	Равновесия в растворах комплексных соединений. Методы изучения КС	32	6	8	48	4
5	Химическая связь в комплексных соединениях	32	10	8	2	6
6	Применение комплексных соединений.	14	6	2	-	2
	Итого:	144	34	34	50	26
	Всего:	144	34	34	50	26

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Введение в химию комплексных соединений. Понятие комплексного соединения. Основные положения координационной теории: внутренняя и внешняя сферы, центральный атом, лиганд, донорные атомы лигандов, дентатность лигандов. Классификация лигандов в зависимости от электронной структуры. Классификация по донорным атомам: галогенид- ионы, кислородосодержащие (вода, гидроксогруппа, анионы неорганических и органических кислот, эфиры, кетоны), серосодержащие (сульфиды, сульфоксиды, роданид-ионы), азотосодержащие (аммиак, органические амины), фосфоросодержащие, углеродосодержащие (цианид-ион, окись углерода, изонитрилы). Степень окисления центрального атома, координационное число (аналитическое и кристаллографическое). Принцип ЖМКО, обзор типичных комплексов элементов периодической системы.

Раздел № 2 Строение комплексных соединений. Лабильные и инертные комплексы (Таубе). Зависимость лабильности октаэдрического комплекса от электронного строения центрального атома. Методы определения состава комплексного иона и типа ионного распада. Препаративный метод и его недостаточность, применение криоскопии, эбуллиоскопии, электропроводности, ионного обмена. ИК- спектроскопия (изменение симметрии лиганда, характера связи в лиганде при координации, локализация координационной связи. УФ-спектроскопия и другие спектральные методы. Координационное число и стереохимия комплексов. Работы Вернера по установлению конфигурации комплексов. Изомерия комплексов. Геометрическая изомерия, получение изомеров (правила Иергенсена, Пейроне, транс-влияние). Методы установления изомеров. Оптическая изомерия, разделение изомеров. Ионизационная изомерия. Изомерия связей. Координационная изомерия и полимерия. Изомерия координационного положения. Конформационная изомерия.

Раздел № 3 Типы комплексных соединений. Классификация комплексов по структурному принципу и характеру связей. Одноядерные с монодентатными лигандами. Циклические комплексы, правило циклов Л.А.Чугаева и его объяснение. Внутрикомплексные соединения. Полиядерные комплексы. Изо- и гетеро- поликислоты. Сверхкомплексные соединения (кристаллогидраты, аммиакаты, клатраты, кластеры, внешнесферные комплексы). П-комплексы (цианидные, карбонильные, с фосфоро- и серосодержащими лигандами, с алкинами, алкенами, П-аллильноготипа, сэндвичвые соединения). Координация кислорода и азота.

Раздел № 4 Равновесия в растворах комплексных соединений. Методы изучения КС. Типы равновесий в растворах комплексов. Ступенчатое образование комплексов, константы устойчивости и нестойкости (частные и общие). Константы в случае полиядерных и смешанных комплексов. Влияние растворителя и ионной силы на комплексообразование. Функции, характеризующие комплексообразование (функции Бьерума, степень образования, закомплексованность и др.), их смысл, связь с константами и концентрациями компонентов. Методы определения констант устойчивости по функциям, характеризующим комплексообразование (графические, численные). Расчет состава раствора и функций,

характеризующих комплексообразование, по справочным данным констант. Экспериментальные методы, их классификация. Методы растворимости, ионного обмена, экстракции. Потенциометрические методы. Спектрофотометрические методы.

Раздел №5 Химическая связь в комплексных соединениях. Метод валентных связей, теория кристаллического поля, теория поля лигандов, метод молекулярных орбиталей как линейная комбинация атомных орбиталей.

Раздел №6 Применение комплексных соединений. Применение комплексных соединений в аналитической химии. Металлокомплексный катализ. Бионеорганическая химия и медицина. Фотографическая химия, красители и пигменты. Химическая технология, гидрометаллургия и другие технологические области.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	4	Приготовление растворов комплексообразователей и их стандартизация	4
2	4	Определение состава комплекса ограниченно-логарифмическим методом (метод Бента - Френча)	2
3	4	Определение состава металлокомплекса методом молярных отношений (метод «насыщения»)	4
4	4	Определение состава комплекса методом прямой линии (метод Асмуса)	4
5	4	Определение состава металлокомплекса методом изомолярных серий (метод Остромысленского-Жоба)	4
6	4	Устойчивость комплексных соединений	2
7	5	Химическая связь в комплексных соединениях	2
8	4	Определение констант устойчивости по методу Яцимирского	4
9	4	Определение состава и констант диссоциации комплексов металл-индикаторным методом	6
10	4	Исследование комплексных соединений методом ионного обмена	4
11	4	Исследование реакций комплексообразования при помощи кинетических методов	6
12	4	Определение константы диссоциации трифенилметановых красителей по спектроскопическим данным	4
13	4	Установление предельной схемы диссоциации координационного соединения методом электропроводности	4
		Итого:	50

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение в химию комплексных соединений	6
2	2	Строение комплексных соединений	4
3	3	Типы комплексных соединений	6

4	4	Равновесия в растворах комплексных соединений. Методы изучения КС	8
5	5	Химическая связь в комплексных соединениях	8
6	6	Применение комплексных соединений.	2
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Ткачева, Т. А. Химия комплексных соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки, входящим в состав укрупненной группы направлений подготовки 04.00.00 Химия / Т. А. Ткачева, Т. В. Левенец; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 31038 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2020. - 125 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 5.0 - ISBN 978- 5-7410-2468-3. Режим доступа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/13209

2. Рыбальченко, И. В. Комплексные соединения : синтез, свойства, применение : учебное пособие : [16+] / И. В. Рыбальченко, Е. М. Баян, Е. С. Медведева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2021. – 116 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – Режим доступа : https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683917 (дата обращения: 16.04.2024). – Библиогр.: с. 112-113. – ISBN 978-5-9275-3766-2. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии (растворы и жидкости) / М. А. Федотов. - М.: Физматлит, 2009. - 384 с.

2. Балецкая, Л. Г. Неорганическая химия [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Л. Г. Балецкая. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. - 320 с.: ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 316- 317. - ISBN 978-5-222-17069-4.

3. Кравченко, Э. А. Ядерный квадрупольный резонанс в координационной химии [Текст] / Э. А. Кравченко, Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев; Рос. акад. наук, Ин-т общ. и неорган. химии им. Н. С. Курнакова. - Москва : URSS, 2013. - 272 с. : ил. - Библиогр.: с. 240-260. - ISBN 978-5-396-00543-3.

4. Федорченко, В. И. Общая и неорганическая химия [Текст] : учебное пособие / В. И. Федорченко, А. Д. Брыткова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. - Оренбург : Университет, 2012. - 136 с. - Библиогр.: с. 120. - Прил.: с. 121-135. - ISBN 978-5-4417-0149-5.

5.3 Периодические издания

1. Журнал аналитической химии. - М.: Агенство «Роспечать».
2. Химия и жизнь – XXI век: журнал. – М.: Агенство «Роспечать».
3. Журнал неорганической химии: журнал. – М.: АРСМИ.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека Biblioclub (электронные книги для образования, бизнеса, досуга,

Университетская библиотека онлайн) - https://biblioclub .

2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/.

3. http://www.msu.ru Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

4. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС

2. Пакет офисных приложений LibreOffice

3. Платформа для проведения онлайн-мероприятий и видеоконференций «DION» (Конфигурация «DION EDU»). Режим доступа: https://dion.vc/

4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2025]. Режим доступа: http://garant.net.osu.ru

7. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2025].

8. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используются учебные аудитории. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная оборудованием (муфельная печь, спектрофотометр, сушильный шкаф, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы, ареометры) и приборами (нагревательные приборы, термометры, водяные бани, пикнометр). Лаборатория оснащена химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и необходимыми химическими реактивами. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.