

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 2023

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

<u>Кафедра химии</u>		наименование кафедры	
протокол № <u>5</u> от " <u>12</u> " <u>01</u> 20 <u>23</u> г.			
Заведующий кафедрой			
<u>Кафедра химии</u>		<u>Е.В. Сальникова</u>	
наименование кафедры	подпись	расшифровка подписи	
Исполнители:			
<u>Доцент</u>			
должность		<u>Т.А. Ткачева</u>	
	подпись	расшифровка подписи	
<u>Старший преподаватель</u>			
должность		<u>Е.А. Осипова</u>	
	подпись	расшифровка подписи	
СОГЛАСОВАНО:			
Председатель методической комиссии по специальности			
<u>04.05.01</u>	<u>Фундаментальная и прикладная химия</u>		<u>Е.В. Сальникова</u>
код	наименование	личная подпись	расшифровка подписи
Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов			
		<u>Н.Н. Бигалиева</u>	
	личная подпись	расшифровка подписи	
Уполномоченный по качеству факультета			
		<u>А.Н. Сизенцов</u>	
	личная подпись	расшифровка подписи	
№ регистрации _____			

© Ткачева Т.А., 2023
© Осипова Е.А., 2023
© ОГУ, 2023

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	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций 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.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
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; 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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к промежуточному контролю; - подготовка к рубежному контролю.	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	2	4
2	Строение комплексных соединений	26	6	4	10	6
3	Типы комплексных соединений	26	4	6	12	4
4	Равновесия в растворах комплексных соединений. Методы изучения КС	32	6	8	14	4
5	Химическая связь в комплексных соединениях	32	10	8	8	6
6	Применение комплексных соединений.	14	6	2	4	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. Внутрикислотные 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-аллильного типа, сэндвичевые 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	1	Химические свойства неорганических соединений	2
2	2	Состав комплексных соединений железа, кобальта и никеля	2
3	2	Определение константы нестойкости иона гексацианоферрата (II)	2
4	3	Синтез комплексных соединений (хлорида гексаамминникеля(II), сульфата диакватетраамминмеди(II))	2
5	4	Растворы комплексных соединений	4
6	4	Изучение комплексообразования ионов никеля (II), кобальта (II)	4
7	4	Определение константы диссоциации индикатора бромфенолового синего методом спектрофотометрии	6
8	4	Определение состава металлокомплекса методом изомольных серий	8
9	4	Определение состава металлокомплекса методом молярных отношений (метод «насыщения»)	8
10	4	Определение состава металлокомплекса методом прямой линии (метод Асмуса)	8
11	6	Приготовление и стандартизация ЭДТА. Определение массы кальция и магния в растворе при совместном присутствии	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: 2.96 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2020. - 125 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 7.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/132204_20201005.pdf - ISBN 978-5-7410-2468-3.

2. Осипова, Е. А. Неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Осипова, П. А. Пономарева, С. В. Лебедев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 1. Техника выполнения лабораторных работ. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.51 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 116 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/66824_20180529.pdf - ISBN 978-5-7410-2119-4.

5.2 Дополнительная литература

1. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии (растворы и жидкости) [Текст] / М. А. Федотов. - М. : Физматлит, 2009. - 384 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9221-1202-4.

2. Киселев, Ю. М. Химия координационных соединений [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. М. Киселев, Н. А. Добрынина. - М. : Академия, 2007. - 352 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 340-342. - ISBN 978-5-7695-3050-0.

3. Осипова, Е. А. Неорганическая химия. Сборник лабораторных работ по химии d- и f-элементов [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Осипова, П. А. Пономарева; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.68 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2020. - 56 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/130832_20200831.pdf

4. 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. Гольбрайх З.Е. Сборник задач и упражнений по химии. М.: Высшая школа, 2004 –384 с.

5. Кравченко, Э. А. Ядерный квадрупольный резонанс в координационной химии [Текст] / Э.

5.1 Периодические издания

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

5.2 Интернет-ресурсы

- 1 Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа :<http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.
- 2 Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/> - сайт ЭБС ««Лань»»;
- 3 Электронно-библиотечная система <http://rucont.ru/> - сайт ЭБС «РУКОНТ»;
- 4 Электронно-библиотечная система <http://znanium.com/> - сайт ЭБС «ZNANIUM.COM»;
- 5 Электронно-библиотечная система <http://iprbookshop.ru/online-versiya.html> - сайт ЭБС «IPRbooks»;
- 6 American Chemical Society [Электронный ресурс] : база данных. – Режим доступа: <https://www.acs.org/content/acs/en.html>, в локальной сети ОГУ.
- 7 База данных термодинамических величин «Ивтан-термо»: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/ivtan/welcome.html>.
- 8 База данных окислительно-восстановительных потенциалов: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/redox/welcome.html>
- 9 Составление и уравнивание химических реакций: <http://www.webqc.org...s-070603-1.html>
- 10 Сборник образовательных материалов по химии «Chemistry Teaching Resources»: www.anachem.umu.se
- 11 Множество полезной информации по химии: www.chemport.ru/
- 12 Учебники, справочники, методики, журналы по аналитической химии: www.anchem.ru/
- 13 Энциклопедия физики и химии. - <http://fizikaihimia.ru/> Представлен большой объем материала по классическим и хрестоматийным материалам. Подходит для подготовки как по темам лекций и семинарских занятий, так и по темам, предназначенным для самостоятельного или расширенного изучения.
- 14 Виртуальная образовательная лаборатория. - <http://www.virtulab.net/> Образовательные интерактивные работы позволяют учащимся проводить виртуальные эксперименты по физике, химии, биологии, экологии и другим предметам, как в трехмерном пространстве, так и в двухмерном.

5.3 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)
3. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - Adobe Reader;
4. Архиватор – WinRAR;
5. Свободный файловый архиватор - 7-Zip;
6. 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>.
7. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработ-

чик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2021]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe>

8. Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2021]. – Режим доступа к системев сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами и соответствующим комплектом посуды и оборудования.

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