

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
по направлению

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Рекомендуется для направления подготовки

04.04.01 «ХИМИЯ»

Направленность программы (профиль)

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью курса «Химия координационных соединений» является усвоение фундаментальных знаний в области современной координационной химии, систематизация представлений об образовании химической связи, методах синтеза, исследования состава, структуры и физико-химических свойств координационных соединений.

В ходе освоения дисциплины обучающиеся получают современные представления о координационных соединениях, о взаимосвязи строения и реакционной способности, а также области их возможного применения; осваивают методики, необходимые для проведения научного исследования; готовятся к научно-исследовательской работе в области координационной химии; приобретают профессиональные умения и навыки самостоятельной научно-исследовательской и поисковой работы; учатся критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к вариативной части блока 1 (Модуль 2 «Неорганическая химия») учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Универсальные компетенции			
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		Актуальные задачи современной химии Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгendifракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Химия твердого тела Бионеорганическая химия НИР Преддипломная практика
Профессиональные компетенции			
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках		Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгendifракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе

		Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Химия твердого тела Бионеорганическая химия НИР Преддипломная практика
М-ПК-2-н Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук		Резонансные методы в химии Электрохимические методы исследования Рентгендифракционные методы в неорганической химии Физические методы исследования веществ и материалов Физико-химический анализ Методика преподавания химии в вузе Применение ПО в неорганическом эксперименте Термоаналитические методы в химии Химия твердого тела Бионеорганическая химия НИР Преддипломная практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Составляющие компетенции
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания. УК-6.2. Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям; УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда
М-ПК-1-н	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	М-ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, М-ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
М-ПК-2-н	Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	М-ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных М-ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- терминологию химии координационных соединений;
- современное состояние теории химической связи;
- закономерности устойчивости координационных соединений в зависимости от природы металла и лиганда.

Уметь:

- ориентироваться в современной координационной химии, понимать основные проблемы, решаемые этой наукой;
- критически использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов координационной и супрамолекулярной химии.

Владеть:

- основными методами исследования строения и свойств координационных соединений, используя современную аппаратуру.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		I			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
<i>Лекции</i>	36	36			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
Самостоятельная работа (всего)	72	72			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Основы координационной теории.	1.1. Координационные и комплексные соединения. Основные понятия и определения. Терминология химии координационных соединений. Номенклатура комплексов и координационных соединений. Лиганды. 1.2. Стереохимия координационных соединений. Пространственная интерпретация координационных чисел. Факторы, влияющие на строение координационных

		<p>полиэдров. Факторы, способствующие искажению правильных координационных многогранников.</p> <p>1.3.Изомерия координационных соединений. Типы изомерии. Геометрическое строение внутренней сферы комплексов. Геометрическая. Оптическая изомерия и конформационная изомерия. Координационная изомерия и полимерия. Изомерия связи. Сольватная изомерия. Аллогональная изомерия. Ионизационная изомерия.</p>
2.	Электронное строение координационных соединений. Модели химической связи в координационных соединениях.	<p>2.1 Электронная структура атомов переходных металлов. Ионно-ковалентные и электростатические представления. Концепция эффективного атомного номера. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки соединений.</p> <p>2.2 Метод валентных связей. Гибридизация атомных орбиталей.. Внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства координационных соединений свете теории валентных связей. Достоинства и недостатки метода валентных связей.</p> <p>2.3. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Способы расщепления d-уровней комплексообразователя в полях различной симметрии. Параметр расщепления. Высоко- и низкоспиновые конфигурации. Энергия стабилизации полем лигандов. Объяснение спектральных и магнитных свойств координационных соединений. Ряд Ирвинга – Вильямса. Электронные спектры координационных соединений. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано. Структурные и термодинамические эффекты при расщеплении уровней. Эффекты Яна-Теллера. Недостатки теории кристаллического поля.</p> <p>2.4. Теория поля лигандов. Диаграммы энергетических уровней молекулярных орбиталей для октаэдрического комплекса с центральным атомом d-элемента и лигандами, не имеющими π-орбиалей. Влияние π-связывания на параметры Δ_0. Нефелоксетический эффект. Спектрохимический ряд лигандов.</p> <p>2.5. Магнитные и оптические свойства. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Сопоставление теории кристаллического поля и теории поля лигандов.</p>
3.	Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.	<p>Взаимное влияние лигандов. Понятие о трансвлиянии. Закономерность трансвлияния И.И.Черняева. Механизмы трансвлияния. Качественная и количественная характеристики трансвлияния. Цис-влияние лигандов Эффекты взаимного влияния и рентгеноэлектронная спектроскопия.</p>
4.	Реакционная способность координационных соединений.	<p>4.1. Понятие и критерии устойчивости координационных соединений. Природа комплексообразователя. Природа лигандов. Хелатный эффект. Макроциклический и криптатный эффекты.</p> <p>4.2. Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Концепция кислот и оснований Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований.</p>

		4.3. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Типы окислительно-восстановительных превращений координационных соединений. Внутрисферный и внешнесферный механизмы. Реакции окислительного присоединения и восстановительного элиминирования. Стабилизация необычных степеней при координации.
5.	Кинетика реакций комплексообразования.	Механизмы реакций замещения для комплексов. Механизмы нуклеофильного замещения лигандов S_{N1} и S_{N2} . Интермедиаты и переходные состояния. Лабильные и инертные координационные соединения. Стехиометрический механизм. Классификация механизмов реакций замещения в координационных соединениях.
6.	Исследование комплексообразования в растворах.	Функции, характеризующие комплексообразование в растворах. Функция образования и кривая образования. Экспериментальные методы исследования равновесий в растворах комплексных соединений.
7.	Синтез и применение координационных соединений.	7.1. Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Примеры синтеза координационных соединений. 7.2. Прикладные аспекты применения.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Основы координационной теории.	4				9	13
2.	Электронное строение координационных соединений. Модели химической связи в координационных соединениях.	4				9	13
3.	Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.	4				9	13
4.	Реакционная способность координационных соединений.	4				9	13
5.	Кинетика реакций комплексообразования.	6				7	13
6.	Исследование комплексообразования в растворах.	7				14	21
7.	Синтез и применение координационных соединений.	7				15	22
	Всего	36				72	108

6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом.

7. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- Лекционная аудитория с мультимедийным проектором; лаборатория (ауд. 614) с наборами лабораторной посуды, реактивов и приборов для проведения лабораторных работ; компьютеры для проведения вычислений и обработки результатов и доступа к информационным системам.
- Рентгеновские дифрактометры: ДРОН-7, Rigaku "ULTIMA IV" (ЦКП ФХИ).
- ЯМР-спектрометр JNM-ECA600 (ЦКП ФХИ).
- ИК-фурье спектрометр BRUKER "MPA" (ЦКП ФХИ).
- Спектрофотометр Varian "Cary 50".

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение

пакет программ MS Office (Microsoft Word, Excel, Power Point)

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://www.chem.msu.su>

<http://www.chemport.ru>

<http://sci-lib.com/>

<http://www.acadsoft.co.uk>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Изд-во Юрайт, 2019. — 439 с.— ISBN 978-5-534-02960-4.

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1-434590>

2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Изд-во Юрайт, 2019. — 229 с. — ISBN 978-5-534-02962-8.

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2-434591>

3. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений: Учебное пособие / М. : Высшая школа, 1985. - 455 с. : ил. - 1.50.

б) дополнительная литература

1. Молодкин, А.К. Химия переходных элементов: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М. : Изд-во РУДН, 2007. - 365 с. : ил. - ISBN 978-5-209-02710-2 : 200.00.

<http://lib.rudn.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1>

2. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учеб. пособие для академического бакалавриата / Москва : Изд-во Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 123 с. — ISBN 978-5-534-10882-8 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1297-9 (Изд-во Урал. ун-та).

<https://biblio-online.ru/book/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-432198>

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Необходимым условием освоения данного курса является обязательное посещение лекций, обязательное выполнение заданий преподавателя. Для оценки знаний студентов применяется балльно-рейтинговая система.

Для проверки усвоения теоретических знаний материала, изученного при выполнении курса, студенты выполняют письменные контрольные работы. Лист с контрольной работой должен быть подписан: ФИО студента, специальность, курс, группа. Контрольные работы

выполняются чернилами черного, синего или фиолетового цвета. В каждой контрольной работе обязательно указывается дата проведения, номер контрольной работы и номер варианта. Условие каждой задачи необходимо записывать полностью.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Химия координационных соединений» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

доцент кафедры неорганической химии

Н.У. Венковский

Руководитель программы

профессор,
кафедры органической химии

Варламов А. В.

Заведующий кафедрой
неорганической химии

В.Н. Хрусталеv