

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В ЖИДКИХ РАСТВОРАХ

Направление подготовки 04.04.01 Химия
Направленность Физическая химия
Квалификация выпускника: магистр

**Кострома
2023**

Рабочая программа дисциплины «Комплексообразование в жидких растворах» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 655.

Разработал: Молчанов Алексей Сергеевич, доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская»,
руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд. пед. наук, доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование готовности к научно-исследовательской деятельности в области химии координационных соединений.

Задачи:

- сформулировать четкое представление об основных положениях координационной химии;
- заложить основы подходов изучения равновесия в растворах с участием комплексных соединений, расчетов состава раствора;
- ознакомить с механизмами реакций, протекающих в растворах с участием комплексов;
- сформировать навыки научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции*:

ОПК-2: способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук;

ОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их

ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные положения химии координационных соединений, основы методов изучения их строения, равновесия в растворах, типы реакций комплексных соединений.

уметь:

- осуществлять применение и развитие теоретических основ химии координационных соединений при решении профессиональных задач;
- прогнозировать возможность образования комплексов в растворах, их относительную устойчивость.

владеть:

- навыками использования теоретических основ в области химии координационных соединений при решении профессиональных задач;
- методами расчета состава растворов при комплексообразовании с использованием справочных данных, методами расчета по определению констант устойчивости из экспериментальных данных.

освоить компетенции:

- ОПК-1: способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;
- ПК-2: владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 3 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках: Избранные главы физической химии.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-2 (способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук) формируется при освоении дисциплин: «Избранные главы физической химии»; «Электролитно-плазменная обработка металлов и сплавов»; «Прикладная электрохимия»; «Комплексообразование в жидких растворах»; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3
Общая трудоемкость в часах	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	30
Лекции	14
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	16
Самостоятельная работа в часах	77,75
Форма промежуточной аттестации	Зачет в 3 семестре (0,25 часа)

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	14
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	16
Консультации	-
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	30,25

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Основные положения координационной химии	0,33/12	2	-		10
2	Изучение строения комплексов	0,33/12	2	-		10

3	Типы комплексных соединений	0,33/12	2	-	-	10
4	Изучение комплексообразования в растворе	0,39/14	4	-	-	10
5	Механизмы неорганических реакций	0,67/24	4	-	-	20
	Лабораторный практикум	1,002/33,7 5	-	-	16	17,75
	ИКР (зачет)	0,007/0,25	-	-	-	-
	Итого:	3/108	14	-	16	77,75

5.2. Содержание:

Тема 1. Основные положения координационной химии

Понятие комплексного соединения. Основные положения: 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

Тема 2. Изучение строения комплексов

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.

Тема 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 гетерополи-кислоты. Сверхкомплексные соединения (кристаллогидраты, аммиакаты, клатраты, кластеры, внешнесферные комплексы).

П-комплексы (цианидные, карбонильные, фосфоро- и серосодержащими лигандами, с алкинами. Алкенами, П-аллильного типа, сэндвичевые соединения). Координация кислорода и азота.

Тема 4. Изучение комплексообразования в растворе

Типы равновесий в растворах комплексов. Ступенчатое образование комплексов, константы устойчивости. 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. Потенциометрические методы. Спектрофотометрические методы.

Тема 5. Механизмы неорганических реакций

Классификация неорганических реакций. Реакции замещения, их классификация. Замещение в октаэдрических, плоских, тетраэдрических комплексах. Стереохимия реакций. Трансвлияние и его объяснение. Стереохимия и механизмы изомеризации комплексов. Окислительно-восстановительные реакции. Перенос электронов и атомов в этих реакциях. Внешнесферные и внутрисферные окислительно-восстановительные реакции (влияние природы мостикового лиганда). Окислительно-восстановительные реакции присоединения элиминирования. Ключевые реакции гомогенного катализа с участием комплексов. Реакция внедрения (миграции). Изменение реакционных свойств лигандов вследствие их координации (кислотные свойства, стабилизация таутомерной формы, поляризация лиганда).

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Название раздела, темы	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Основные положения координационной химии	Проработка лекционного материала	10	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
2	Изучение строения комплексов	Проработка лекционного материала	10	Обзор и анализ литературы. Изображение графических схем строения комплексных соединений	Устный опрос
3	Типы комплексных соединений	Проработка лекционного материала	10	Обзор и анализ литературы. Составление схемы типов комплексных соединений	Устный опрос
4	Изучение комплексообразования в растворе	Проработка лекционного материала	10	Обзор и анализ литературы	Устный опрос

5	Механизмы неорганических реакций	Проработка лекционного материала	20	Обзор и анализ литературы	Устный опрос
	Лабораторный практикум	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчета по ним	17,75	Подготовка к лабораторным работам 1-6 [1] и оформление отчета по ним	Защита лабораторной работы

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий (*при наличии*)

Лабораторные занятия проводятся по графику проведения лабораторных работ. Описание заданий по выполнению лабораторных работ из нижеуказанного перечня указано в лабораторном практикуме [1].

Перечень лабораторных работ

1. Потенциометрическое исследование комплексообразования в системе нивель (II) – глицин.
2. Потенциометрическое исследование комплексообразования в системе медь (II) – имидоуксусная кислота.
3. Потенциометрическое исследование комплексообразования в системе кобальт (II) – щавелевая кислота.
4. Определение кальция и магния при совместном присутствии.
5. Комплексонометрическое определение концентрации катиона меди (II).
6. Фотоколориметрическое определение марганца (II) с формальдоксимом.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов) *при наличии*

Курсовые работы отсутствуют

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

1. Молчанов, А. С. Комплексообразование в жидких растворах [Электронный ресурс] : методические указания / М-во образования и науки РФ, Костромской государственный университет, Институт физико-математических и естественных наук, Кафедра химии ; [рец. А. С. Дюкова]. - Кострома : КГУ, 2018. - 18 с.
2. Киселев, Юрий Михайлович. Химия координационных соединений : [учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений] : допущено УМО / Киселев, Юрий Михайлович, Н. А. Добрынина. - М. : Академия, 2007. - 352 с.

б) дополнительная:

1. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Лурье, Юлий Юльевич. - Изд. 6-е, перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. - 446, [1] с.
2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : Учеб. для вузов : В 2 кн. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 559 с.
3. Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Я. А. Угай. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2002. - 527 с.
4. Костромина Н.А., Химия координационных соединений /Н.А. Костромина, В.Н. Кумок, Н.А. Скорик, -М: Высш.шк., 1990.- 432 с.

5. Неорганическая химия. В 3т. Учебник для вузов. Т. 3. Химия переходных элементов /Ред. Ю.Д. Третьяков, -М: Академия, 2001.-400с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС Университетская библиотека онлайн, путь доступа <http://biblioclub.ru>;

- ЭБС «Znanium», путь доступа <http://znanium.com/>.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;

- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;

- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;

- СПС КонсультантПлюс;

- ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;

- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей MAPS.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Аудитория для занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; мультимедийный проектор; ноутбук; доска меловая	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. обновлен перечень основной и дополнительной литературы.