

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 17.11.2023 12:40:04
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4f1cc2ad1bf33108

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Никольский В.М.

27 июня 2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Аналитическая химия металлокомплексов биолигандов

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Никольский В.М.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

обучение применению металлокомплексов биолигандов и закрепление понятия о том, что аналитическая химия является специфической дисциплиной, пронизывающей и связывающей не только фундаментальные химические дисциплины (неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, электрохимия), но и другие естественные науки.

Задачами освоения дисциплины являются:

овладение техникой и методикой выполнения практических анализов комплексных соединений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Аналитическая химия металлокомплексов биолигандов» входит в Элективные дисциплины 2 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Комплексные (или координационные) соединения металлокомплексов биолигандов получили чрезвычайно широкое распространение в аналитической химии, и они успешно применяются в аналитической химии. Без таких комплексных соединений уже не могут обойтись классические методы анализа. Образование комплексов металлов лежит в основе таких физико-химических методов, как спектрофотометрия и колориметрия. Металлокомплексы биолигандов существенно расширяют возможности полярографии, потенциометрии и многих других методов. Все перечисленные достоинства таких соединений определяют их особое место в подготовке квалифицированного специалиста в области аналитической химии. Они являются обязательным разделом образовательной подготовки студентов через магистратуру, в значительной степени определяющим возможности использования специалиста и перспективы его роста.

3. Объем дисциплины: 6 зачетных единиц, 216 академических часа, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции **15** часов, лабораторные работы - **45** часов, в т. ч. лабораторная практическая подготовка - **45** часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы **10** часов;

самостоятельная работа: 119 часов, контроль – **27** часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p>	<p>ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p> <p>ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p>
<p>ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>ОПК-2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их.</p> <p>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.</p>

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:

экзамен во 2 семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа и Контроль (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	
1.Понятия координационной химии и их развитие. Типы химических связей в комплексных соединениях (КС). Теории строения. КС, их номенклатура. Изомерия КС, типы изомерии (геометрическая, оптическая и др.). Хелаты.	13	3	3		7
2.Устойчивость КС, ее зависимость от различных факторов. Растворимость КС. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты.	13	2	3		8
3. Оптические свойства КС. Хромофорные и аукохромные группы лигандов. Светопоглощение хелатов и их флюоресценция. Электрохимические свойства КС.	13	2	3		8
4.Комплексы с полидентатными и макроциклическими лигандами.	13	2	3		8
5.Хелатный и макроциклический эффекты.	13	2	3		8
6.Краун-эфиры, криптанды, порфирины, фталоцианины.	13	2	3		8
7.Биополимеры в биосистемах. «Иерархия» биолигандов.	13	2	3		8
8. Крахмал и гликоген. Целлюлоза.	11		3		8
9. Многообразие белковых тел. Структуры протеинов.	11		3		8
10.Координационная химия металлосодержащих ферментов.	13		3	2	8
11.Коферменты и апоферменты.	11		3		8
12.Гравиметрические методы исследования координационных соединений.	13		3	2	8
13.Объемный анализ координационных соединений.	13		3	2	8
14.Электрохимические методы анализа координационных соединений.	13		3	2	8
15.Металлокомплексы и охрана окружающей среды.	13		3	2	8
Контроль	27				27
ИТОГО	216	15	45	10	146

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
<p>1. Понятия координационной химии и их развитие. Типы химических связей в комплексных соединениях (КС). Теории строения. КС, их номенклатура. Изомерия КС, типы изомерии (геометрическая, оптическая и др.). Хелаты.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>2. Устойчивость КС, ее зависимость от различных факторов. Растворимость КС. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>3. Оптические свойства КС. Хромофорные и ауксохромные группы лигандов. Светопоглощение хелатов и их флюоресценция. Электрохимические свойства КС.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения

		<ul style="list-style-type: none"> • здоровьесберегающие технологии
4. Комплексы с полидентатными и макроциклическими лигандами.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
5. Хелатный и макроциклический эффекты.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
6. Краун-эфиры, криптанды, порфирины, фталоцианины.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
7. Биополимеры в биосистемах. «Иерархия» биолигандов.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения

		<ul style="list-style-type: none"> • здоровьесберегающие технологии
8. Крахмал и гликоген. Целлюлоза.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
9. Многообразие белковых тел. Структуры протеинов.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
10. Координационная химия металлсодержащих ферментов.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
11. Коферменты и апоферменты.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности

		<p>(химический эксперимент)</p> <ul style="list-style-type: none"> • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
12. Гравиметрические методы исследования координационных соединений.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • цифровые (показ презентаций)
13. Объемный анализ координационных соединений.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
14. Электрохимические методы анализа координационных соединений.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
15. Металлокомплексы и охрана окружающей среды.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской

		деятельности (химический эксперимент) <ul style="list-style-type: none"> • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
--	--	--

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

РАССЧЕТ БАЛЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Аналитическая химия металлокомплексов биолигандов»

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Лабораторные работы – защита индивидуального варианта каждого студента	4 балла за каждую из 15 лабораторных работ

Учебная программа

Возникновение, история и развитие понятий в химии металлокомплексов. Виды комплексов, применяемых в аналитической химии. Дентатность лигандов. Комплексные ионы. Внутрикомплексные соединения. Эфирные хелаты. Ионные ассоциаты. Жидкие ионообменники. Специфические ионообменники. Синергизм. Неорганические хелаты (гетерополикислоты). Хелаты, хелатный эффект. Влияние на устойчивость хелатов различных факторов. Влияние центрального иона (А-катионы, И-катионы, катионы переходных металлов). Влияние природы донорных атомов, размера хелатного цикла и числа циклов.

Растворимость хелатов. Гидрофильные и гидрофобные группы. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты. Эффект утяжеления. Коллоидные растворы. Экстракция хелатов. Оптические свойства хелатов. Влияние центрального иона на окраску хелатов. Неорганические хромофоры. Взаимное влияние лигандов. Полосы переноса зарядов.

Повышение селективности и специфичности маскированием. Электрохимические свойства лигандов.

Основные понятия координационной теории и их развитие. Номенклатура координационных соединений. Полные и сокращенные формулы координационных соединений.

Химическая связь в комплексных соединениях. Электростатическая теория. Теория кристаллического поля лигандов. Метод МО ЛКАО.

Пространственная структура комплексного иона. Основные типы конфигураций внутренней координационной сферы. Реакции комплексных частиц, основные типы реакций. Лабильные и инертные комплексы. Правило трансвлияния Черняева. Изомерия в комплексных соединениях, типы изомерии (структурная изомерия, геометрическая и оптическая изомерия).

Химическая связь в комплексных соединениях переходных металлов. Кинетика и механизм реакций комплексных частиц. Устойчивость комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости, факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Синтез комплексных соединений, основные принципы.

Применение хелатов в гравиметрии. Сравнение с неорганическими осадителями. Растворимость хелатов и хелатообразующих реагентов. Условия осаждения. Весовые формы. Титриметрическое определение хелатов. Отделение мешающих элементов. Маскирование мешающих элементов. Конкретные методы определения некоторых элементов (алюминий, висмут, железо, кобальт, магний, медь, никель, свинец).

Применение хелатов в объемном анализе. Комплексометрическое титрование. Комплексообразование металлов с ЭДТА. Кривые титрования. Индикаторы. Применение других реагентов в объемном анализе. Методы определения некоторых элементов объемным методом (алюминий, барий, железо, кальций, магний, медь, никель, ртуть, РЗЭ, свинец, цинк). Определение анионов (сульфат-, фосфат-, хлорид- и бромид-ионов).

Применение хелатов в фотометрии. Области применения фотометрического анализа. Измерение светопоглощения, его постоянство во времени, влияние температуры, ошибки при измерении. Реагенты в фотометрическом анализе: селективность, чувствительность, чистота реагентов, устойчивость их растворов. Выбор спектральной области измерения. Поглощение исходного раствора. Фотометрическое определение некоторых элементов (алюминий, барий, бор, Железо, кадмий, кальций, РЗЭ, магний, медь, никель, Свинец, фосфор, хром, цинк).

Применение хелатов в флуоресцентном анализе. Общие закономерности флуоресценции. Аппаратура. Реагенты для флуоресцентного анализа. Определение алюминия, бериллия, бора флуоресцентным методом.

Применение хелатов в электрохимических методах анализа.

Вопросы итогового экзамена по дисциплине

Первые теории строения комплексных соединений, теория Бломстранда-Йергенсена. Теория Вернера, ее непреходящая роль во всей дальнейшей истории координационных соединений. Метод валентных связей. Теория кристаллического поля лигандов.

Магнитные и оптические свойства комплексных соединений. Спектрохимический ряд.

Изомерия комплексных соединений (пространственная, оптическая), методы синтеза изомеров комплексных соединений.

Типы комплексов. Дентатность лигандов. Комплексные ионы. Внутрикислотные соединения. Эфирные хелаты. Ионные ассоциаты. Жидкие ионообменники. Синергизм. Неорганические хелаты (гетерополикислоты).

Возникновение, история и развитие понятий в химии металлокомплексов.

Типы химической связи в комплексах. Номенклатура комплексных соединений.

Устойчивость хелатов. Определение констант устойчивости комплексов. Хелатный эффект. Влияние центрального атома, природы донорного атома и хелатных циклов. Влияние размера и числа хелатных циклов.

Растворимость хелатов. Гидрофильные и гидрофобные группы. Растворимость внутрикислотных соединений. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты. Эффект утяжеления. Экстракция хелатов.

Оптические свойства хелатов. Влияние центрального атома на окраску хелатов. Неорганические хромофоры. Взаимное влияние лигандов. Полосы переноса зарядов. Хромофорные и ауксохромные группы лигандов. Полиены, ди- и трифенилметановые красители, ароматические и гетеро-циклические соединения.

Роль комплексов марганца и других 3d-элементов в природе.

Канцерогены и химиотерапия с использованием хелатных комплексов.

Симбиоз лигандов. Значение ферментов и гормонов в жизнедеятельности организма.

Наиболее распространенные аминикислоты как биолиганды.

Методы объемного определения.

Удаление нежелательных ионов металлов из организма.

Липиды.

2.Макет экзаменационного билета по дисциплине «Аналитическая химия металлокомплексов биолигандов»

1. Устойчивость хелатов. Определение констант устойчивости комплексов. (10 баллов).

2. Роль комплексов марганца и других 3d-элементов в природе. (10 баллов).

3. Наиболее распространенные аминикислоты как биолиганды. (10 баллов).

4. Симбиоз лигандов. Значение ферментов и гормонов в жизнедеятельности организма. (10 баллов).

У. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Аналитическая химия : учебник / Н. И. Мовчан, Р. Г. Романова, Т. С. Горбунова [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 394 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/12562. - ISBN 978-5-16-009311-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=426507>

б) Дополнительная литература:

1. Басоло Ф., Джонсон Р. 'Химия координационных соединений' - Москва: Мир, 1966 – 196 с.

2. Никольский В.М. Экологически безопасные комплексоны, производные дикарбоновых кислот. Электронное издание, ТвГУ, 2014, Гос. рег. №0321401789, Рег. свид. №36319 от 16.10.2014 г.

3. Аналитическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – 92 с. : схем., табл. – Библиогр.: с. 86-87. – ISBN 978-5-7782-2710-1 ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>

4. Алексеев В.Г., Андреева Г.И., Баранова Н.В., Никольский В.М., Феофанова М.А., Щербакова Т.А. Химические свойства элементов I-IV групп: учебно-методические материалы по неорганической химии. Часть 1. Электронное издание, ТвГУ, 2013, Гос. рег. №0321303643, Рег. свид. №32941 от 17.01.2014 г.

2) Программное обеспечение

Google Chrome бесплатное ПО

Яндекс Браузер бесплатное ПО

Kaspersky Endpoint Security 10 акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО

ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

№ п/п	Вид информационного ресурса	Наименование информационного ресурса	Адрес (URL)
1.	Электронно-библиотечная система	«Университетская библиотека онлайн»	https://biblioclub.ru
2.	Электронно-библиотечная система	IPR SMART	https://www.iprbookshop.ru/
3.	Электронно-библиотечная система	«ЮРАЙТ»	https://urait.ru/
4.	Электронно-библиотечная система	«Лань»	http://e.lanbook.com
5.	Электронно-библиотечная система	«Знаниум»	https://znanium.com/

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>.

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных

и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Задания и контроль самостоятельной работы

Все лабораторные работы, не выполненные в лаборатории, остаются в качестве домашнего задания. Срок выполнения – две недели, после чего количество баллов за соответствующее задание снижается в два раза.

При защите лабораторной работы студенты выступают индивидуально, защищая свое портфолио, но студент общается и с преподавателем, и с другими студентами, которые не только присутствуют на защите, но задают вопросы, высказывают свое мнение по поводу и содержанию портфолио и по поводу самого выступления. Участие каждого присутствующего студента при защите просроченной работы вознаграждается дополнительным 1 баллом из фонда сниженных баллов за просроченную защиту за каждый положительный комментарий по защите.

VII. Материально-техническое обеспечение

В ходе изучения дисциплины используется лабораторная и приборная база для проведения учебных занятий, которым располагает кафедра

неорганической и аналитической химии химико-технологического факультета
ТвГУ.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения