Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Поверинов Игорь Егорович
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 12.06.2023 10:08:39
Уникальный программный ключ:
6d465b936eef331cede482bded6d12ab98216652f016465d53b721a2eab0de1b2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н.Ульянова»)

Химико-фармацевтический факультет
Кафедра физической химии и высокомолекулярных соединений

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ И.Е. Поверинов

14 апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Научная специальность – 1.4.7. Высокомолекулярные соединения
Форма обучения – очная
Год начала освоения – 2023

Чебоксары – 2023

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Профессор кафедры физической химии и высокомолекулярных соединений,
доктор химических наук, профессор Н.И. Кольцов

ОБСУЖДЕНО:
на заседании кафедры физической химии и высокомолекулярных соединений
14 марта 2023 г., протокол № 9
Заведующий кафедрой Н.И. Кольцов

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета О.Е. Насакин
Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Цель дисциплины – формирование у аспирантов знаний и умений об основных физико-химических методах исследования в химии: спектроскопических, дифракционных, оптических, масс-спектроскопических с их аппаратурным оснащением и условиями проведения эксперимента, освоение теоретических представлений о взаимодействии падающего излучения, потока частиц или какого-либо поля с веществом и применение полученных знаний при измерении результата этого взаимодействия. Формирование навыков планирования, организации и проведения спектроскопических и микроскопических исследований, а также обработки и анализа полученной информации для применения в исследовательской и преподавательской деятельности в области химии и смежных наук.

Задачи дисциплины: 1. приобрести знания и умения в области методов исследования строения химических соединений; 2. изучить основные современные физические методы установления структуры химических соединений; 3. изучить возможности физических методов, их точность, чувствительность и применимость для изучения различных материалов.

2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:
К4 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Общая характеристика спектроскопических методов исследования. Методы электронной спектроскопии	К4	Тестирование
2	Раздел. 2. Методы определения геометрии молекул и веществ. Магнетохимические и электрооптические методы исследования	К4	Тестирование

3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
	Раздел 1. Общая характеристика спектроскопических методов исследования. Методы электронной спектроскопии				
1.	Тема 1. Общая характеристика спектроскопических методов исследования	2	2	5	9
2.	Тема 2. Теоретические основы спектроскопических методов исследования	2	2	5	9
3.	Тема 3. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. Методы колебательной спектроскопии	2	2	5	9
4.	Тема 4. Инфракрасные спектры и комбинационное рассеяние света. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Методы определения электрических дипольных моментов молекул	2	2	5	9
	Раздел. 2. Методы определения геометрии молекул и веществ. Магнетохимические и электрооптические методы исследования				
5.	Тема 5. Рентгеновские методы исследования. Методы исследования оптически активных веществ. Дисперсия оптического вращения. Оптический круговой дихроизм	2	2	5	9
6.	Тема 6. Резонансные методы. Метод ЯМР	2	2	5	9
7.	Тема 7. Метод ЭПР. Метод ЯКР. Мессбауэровская спектроскопия	2	2	5	9
8.	Тема 8. Масс-спектрометрия. Хроматография	2	2	5	9
	Итого, час	**16**	**16**	**40**	**72**
	Итого, з.е.				**2**

Вид промежуточной аттестации:
зачет – семестр 4.

3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Общая характеристика спектроскопических методов исследования. Методы электронной спектроскопии.

Тема 1. Общая характеристика спектроскопических методов исследования.

Лекция 1.

Физические модели атомов и молекул.

Методы определения физических свойств. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи.

Понятие корректно и некорректно поставленных задач.

Общая характеристика и классификация методов.

Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы.

Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

Практическое занятие 1. Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы.

Тема 2. Теоретические основы спектроскопических методов исследования

Лекция 2.

Основные критерии объединения разнообразных физических методов анализа в единый класс спектроскопических методов.

Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом (периодические изменения электрических и магнитных дипольных моментов).

Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область.

Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).

Практическое занятие 2. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул.

Тема 3. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. Методы колебательной спектроскопии.

Лекция 3.

Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул.

Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. Принцип Франка - Кондона.

Определение энергии диссоциации и других молекулярных постоянных.

Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул.

Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни. Симметрия и номенклатура электронных состояний.

Классификация и отнесение электронных переходов. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора и нарушения запрета.

Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах.

Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах.

О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений.

Спектры сопряженных систем и пространственные эффекты в электронных спектрах поглощения.

Практическое занятие 3. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях.

Тема 4. Инфракрасные спектры и комбинационное рассеяние света. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.

Лекция 4.

Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров.

Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертонные и составные частоты.

Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР.
Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул.
Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Выбор модели. Естественные координаты.
Коэффициенты кинематического взаимодействия. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии.
Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным.
Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Использование изотопических разновидностей молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул.
Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.
Специфичность колебательных спектров.
Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций.
Практическое занятие 4. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР.

Раздел 2. Методы определения геометрии молекул и веществ. Магнетохимические и электрооптические методы исследования

Тема 5. Рентгеновские методы исследования. Методы исследования оптически активных веществ. Дисперсия оптического вращения. Оптический круговой дихроизм

Лекция 5.
Природа рентгеновских спектров. Края поглощения. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Зависимость частоты перехода краев поглощения или линий испускания от величины порядкового номера элемента (закон Мозли).
Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный). Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный). Закон Брэгга - Вульфа.
Рентгеноабсорбционный анализ. Природа критических краев поглощения.
Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа - ЭСХА). Метод ЭСХА как непосредственный экспериментальный метод измерения величины энергии химической связи. Возможности ЭСХА для анализа поверхностей.
Ожеэлектронная спектроскопия (внутренняя конверсия электронов), возможности ОЭС для анализа легких элементов. Главная отличительная особенность всех рентгеновских методов - возможность анализа без разрушения образца.

Практическое занятие 5. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа - ЭСХА).

Тема 6. Резонансные методы. Метод ЯМР

Лекция 6.
Физические основы явления ядерного магнитного резонанса.
Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле.
Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала.
Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР.

Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии.
Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм.
Анализ спектров ЯМР первого и не первого порядков. Метод двойного резонанса.
Применение спектров ЯМР в химии.
Техника и методика эксперимента.
Структурный анализ. Химическая поляризация ядер. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов.

Практическое занятие 6. Анализ спектров ЯМР первого и не первого порядков.

Тема 7. Метод ЭПР. Метод ЯКР. Мессбауэровская спектроскопия

Лекция 7.
Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР.
g-Фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Число компонент мультиплета, распределение интенсивности. Константа СТС. Тонкое расщепление. Ширина линий.
Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток.
Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.
Метод ЯКР.
Электрический квадрупольный момент ядер. Взаимодействие "квадрупольного" ядра с неоднородным электрическим полем. Градиент поля на ядре. Квадрупольные уровни энергии при аксиальной симметрии поля. Параметр асимметрии поля и уровни энергии. Приложения метода ЯКР и его возможности.
Мессбауэровская спектроскопия.
Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых γ-квантов.
Допплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения γ-резонансных спектров.
Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия.
Возможности γ-резонансной спектроскопии в химии и ограничения ее применения.

Практическое занятие 7. Приложение метода ЭПР в химии.

Тема 8. Масс-спектрометрия. Хроматография

Лекция 8.
Методы ионизации.
Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, электро-статическое неоднородное поле, химическая ионизация. Комбинированные методы.
Ионный ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Вертикальные и адиабатические электронные переходы. Диссоциативная ионизация. Типы ионов в масс-спектрометрах.
Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера.

Фокусирующее действие однородного поперечного магнитного поля. Электростатическая фокусировка. Двойная фокусировка. Разрешающая сила масс-спектрометра.
Ионный источник. Система напуска. Молекулярное течение газа.
Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса.
Применение масс-спектрометрии.
Идентификация вещества. Роль разрешения, потенциалов появления, методов ионизации, метастабильных ионов. Таблицы массовых чисел. Соотношение изотопов. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами.
Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Преимущества фотоионизации.
Практическое занятие 8. Применение масс-спектрометрии в химии.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Критерии получения зачета по дисциплине:

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся показывает хорошие знания учебного материала по изучаемым темам, при этом обучающийся логично и последовательно излагает материал, раскрывает смысл вопроса, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы.

- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся владеет отрывочными знаниями и умениями по темам изучаемой дисциплины, не может последовательно изложить материал, дает неудовлетворительные ответы на дополнительные вопросы.

4.1. Примерный перечень вопросов к зачету.

1. Современное состояние и проблемы понимания химической связи и реакционной способности органических соединений.
2. Общая характеристика спектроскопических методов исследования.
3. Физические модели атомов и молекул.
4. Методы определения физических свойств. Физическая теория метода.
5. Прямая и обратная задачи. Понятие корректно и некорректно поставленных задач в математике.
6. Общая характеристика и классификация методов. Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы.
7. Энергетические характеристики различных методов. Чувствительность и разрешающая способность метода.
8. Характеристическое время метода. Интеграция методов.
9. Теоретические основы спектроскопических методов исследования.
10. Основные критерии объединения разнообразных физических методов анализа в единый класс спектроскопических методов.
11. Главный критерий отнесения физического метода анализа к спектроскопическому – взаимодействие электромагнитного излучения с веществом, приводящее к различным энергетическим переходам, регистрируемым экспериментально.
12. Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом (периодические изменения электрических и магнитных дипольных моментов).
13. Основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число). Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих соответствующую спектральную область.
14. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов и молекул. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина).

15. Проблемы получения и регистрации спектров.
16. Принципиальная схема спектроскопических измерений в любой области спектра. Основные узлы спектральной установки.
17. Монохроматизация излучения, блок-схемы спектрометров, их классификация (монохроматоры, полихроматоры, светофильтры).
18. Характеристики спектральных приборов – разрешающая сила, дисперсия, светосила, аппаратная функция.
19. Критерий Рэлея в оценке разрешающей силы. Различные типы светофильтров, области их применения.
20. Приемники излучения (фотографические, фотоэлектрические, счет фотонов).
21. Основные достоинства и основные недостатки фотографических детекторов. Характеристическая кривая фотоэмульсии.
22. Фотометрирование спектрограмм. Достоинства и недостатки фотоэлектрических детекторов.
23. Понятие о шумах, различные типы шумов. Регистрация отдельных фотонов (счет фотонов).
24. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. Методы колебательной спектроскопии.
25. Эмиссионная УФ спектроскопия как метод исследования двухатомных молекул.
26. Вероятности переходов между электронно-колебательно-вращательными состояниями. Принцип Франка - Кондона. Определение энергии диссоциации и других молекулярных постоянных.
27. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул.
28. Характеристики электронных состояний многоатомных молекул: энергия, волновые функции, мультиплетность, время жизни.
29. Симметрия и номенклатура электронных состояний. Классификация и отнесение электронных переходов.
30. Интенсивности полос различных переходов. Правила отбора и нарушения запрета.
31. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах.
32. Техника спектроскопии в видимой и УФ областях.
33. Люминесценция (флуоресценция и фосфоресценция). Фотофизические процессы в молекуле.
34. Основные характеристики люминесценции (спектры поглощения и спектры возбуждения, времена жизни возбужденных состояний, квантовый и энергетический выход люминесценции).
35. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Тушение люминесценции.
36. Практическое использование количественного люминесцентного анализа.
37. Инфракрасные спектры и комбинационное рассеяние света. Квантовомеханический подход к описанию колебательных спектров.
38. Уровни энергии, их классификация, фундаментальные, обертонные и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров.
39. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР.
40. Классическая задача о колебаниях многоатомных молекул. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Выбор модели. Естественные координаты.
41. Коэффициенты кинематического взаимодействия. Силовые постоянные. Учет симметрии молекулы. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии.
42. Анализ нормальных колебаний молекулы по экспериментальным данным.
43. Сопоставление ИК и КР спектров и выводы о симметрии молекулы. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот.

44. Определение силовых полей молекулы и проблема их неоднозначности. Использование изотопических разновидностей молекул. Корреляция силовых постоянных с другими параметрами и свойствами молекул.
45. Применение методов колебательной спектроскопии для качественного и количественного анализов и другие применения в химии.
46. Специфичность колебательных спектров. Исследования динамической изомерии, равновесий, кинетики реакций.
47. Техника и методики ИК спектроскопии и спектроскопии КР.
48. Аппаратура ИК спектроскопии, прозрачные материалы, приготовление образцов.
49. Аппаратура спектроскопии КР, преимущества лазерных источников возбуждения.
50. Рентгеновские методы исследования. Природа рентгеновских спектров. Края поглощения.
51. Взаимосвязь рентгеновских спектров поглощения и характеристических спектров испускания. Зависимость частоты перехода краев поглощения или линий испускания от величины порядкового номера элемента (закон Мозли).
52. Классификация рентгеновских методов анализа. Анализ по первичному рентгеновскому излучению (рентгеноэмиссионный).
53. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный). Закон Брэгга - Вульфа.
54. Рентгеноабсорбционный анализ. Природа критических краев поглощения.
55. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (электронная спектроскопия для химического анализа - ЭСХА). Метод ЭСХА как непосредственный экспериментальный метод измерения величины энергии химической связи. Возможности ЭСХА для анализа поверхностей.
56. Ожеэлектронная спектроскопия (внутренняя конверсия электронов), возможности ОЭС для анализа легких элементов. Главная отличительная особенность всех рентгеновских методов - возможность анализа без разрушения образца.
57. Резонансные методы. Метод ЯМР. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала.
58. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии.
59. Спин-спиновое взаимодействие ядер, его природа, число компонент мультиплетов, распределение интенсивности, правило сумм.
60. Анализ спектров ЯМР первого и не первого порядков. Метод двойного резонанса.
61. Применение спектров ЯМР в химии.
62. Техника и методика эксперимента ЯМР. Структурный анализ. Химическая поляризация ядер.
63. Блок-схема спектрометра ЯМР, типы спектрометров. Характер образцов.
64. Совместное использование спектров ПМР и ЯМР^{13}С для идентификации органических соединений.
65. Метод ЭПР. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного (спинового) резонанса. Условие ЭПР.
66. g-Фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами.
67. Число компонент мультиплета, распределение интенсивности. Константа СТС. Тонкое расщепление. Ширина линий.
68. Приложение метода ЭПР в химии. Изучение механизмов химических реакций. Химическая поляризация электронов.
69. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток.

70. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.
71. Метод ЯКР. Электрический квадрупольный момент ядер. Взаимодействие "квадрупольного" ядра с неоднородным электрическим полем.
72. Градиент поля на ядре. Квадрупольные уровни энергии при аксиальной симметрии поля. Параметр асимметрии поля и уровни энергии. Приложения метода ЯКР и его возможности.
73. Мессбауэровская спектроскопия. Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра. Энергия испускаемых и поглощаемых γ-квантов. Допплеровское уширение и энергия отдачи. Процедура получения γ-резонансных спектров.
74. Химический (изомерный) сдвиг, влияние химического окружения. Квадрупольные и магнитные взаимодействия. Возможности γ-резонансной спектроскопии в химии и ограничения ее применения.
75. Спектрометрическая идентификация органических соединений (совместное использование масс-спектрометрии, УФ, ИК, ПМР и ЯМР ^{13}C спектроскопии).
76. Масс-спектрометрия. Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, электростатическое неоднородное поле, химическая ионизация.
77. Комбинированные методы. Ионный ток и сечение ионизации. Потенциалы появления ионов. Вертикальные и адиабатические электронные переходы. Диссоциативная ионизация. Типы ионов в масс-спектрометрах.
78. Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера. Фокусирующее действие однородного поперечного магнитного поля. Электростатическая фокусировка. Двойная фокусировка.
79. Разрешающая сила масс-спектрометра. Ионный источник. Система напуска. Молекулярное течение газа. Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса.
80. Применение масс-спектрометрии. Идентификация вещества. Роль разрешения, потенциалов появления, методов ионизации, метастабильных ионов. Таблицы массовых чисел. Соотношение изотопов. Корреляция между молекулярной структурой и масс-спектрами.
81. Измерение потенциалов появления ионов и определение потенциалов ионизации и энергии разрыва связей. Преимущества фотоионизации.
82. Техника снятия хроматомасс спектров. Установление по масс-спектру структурной формулы соединения. Фрагментация органических соединений под электронным ударом.
83. Хроматографические методы анализа.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1	Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1320-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211055
2	Физико-химические методы анализа (исследования) : учебно-методическое пособие / составители Е. В. Короткая [и др.]. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 168 с. — ISBN 978-5-8353-2339-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134329

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1	Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров: учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-2712-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169006
2	Физико-химические методы анализа : учебное пособие для вузов / В. Н. Казин [и др.] ; под редакцией Е. М. Плисса. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14964-7. — URL : https://urait.ru/bcode/495720
3	Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13938-9. — URL : https://urait.ru/bcode/508744
4	Косицына, А. С. Применение методов оптической спектроскопии при изучении органических соединений : учебное пособие / А. С. Косицына, Т. А. Фроленко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 86 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147477
5	Физико-химические методы исследований в экологии : учебное пособие / И. В. Сергеева, Ю. М. Андриянова, Ю. М. Мохонько [и др.]. — Саратов : Саратовский ГАУ, 2019. — 226 с. — ISBN 978-5-00140-286-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/137494 (дата обращения: 16.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Комплекс химических и физических методов получения и исследования компонентов органического вещества пород и нафтидов : учебно-методическое пособие / Л. С. Борисова, Е. А. Фурсенко, Е. А. Костырева, И. Д. Тимошина. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2019. — 83 с. — ISBN 978-5-4437-0961-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/93811.html
7	Серебряков, О. И. Геохимические методы поисков и эксплуатации месторождений нефти и газа : учебное пособие / О. И. Серебряков, Л. Ф. Ушивцева, А. О. Серебряков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 265 с. — ISBN 978-5-4497-1430-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116361.html
8	Ушаков, А. Г. Физико-химические методы исследования твердых горючих ископаемых : лабораторный практикум / А. Г. Ушаков, Е. С. Ушакова. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 97 с. — ISBN 978-5-00137-209-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116581.html
9	Электрохимия. Методика исследования кинетики электродных процессов : учебное пособие для вузов / В. М. Рудой, Т. Н. Останина, И. Б. Мурашова, А. Б. Даринцева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10913-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт
10	Кучеренко, С. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / С. В. Кучеренко, В. В. Демьян, И. Ю. Жукова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 98 с. — ISBN 978-5-7890-1809-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR

	SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/118023.html
11	Сыч, Е. И. Химические методы анализа : лабораторный практикум / Е. И. Сыч, К. П. Якунин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 64 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/111784.html
12	Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учебное пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1377-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211127
13	Томилин, О. Б. Физические методы исследования: спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра : учебное пособие / О. Б. Томилин, Е. П. Коновалова, О. В. Бояркина. — Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2020. — 120 с. — ISBN 978-5-7103-3931-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/204668

5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.

№	**Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов**
	Перечень программного обеспечения
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
	Перечень ЭБС
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
	Интернет-ресурсы
1.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
2.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
3.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
4.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
5.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
6.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
7.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

−для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

−для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

−для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также ступенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых

материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.

3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.

4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.

5. Составление опорного конспекта.