

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Фотометрические методы анализа и органические реагенты С3.В.3

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Аналитическая химия

Квалификация выпускника: специалист

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гарифзянов А.Р.

**Рецензент(ы):**

Будников Г.К.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 73313

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гарифзянов А.Р. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Airat.Garifzyanov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование у студентов представления о роли и месте фотометрических методов анализа в современной аналитической химии, использовании органических реагентов для обнаружения, определения, разделения, концентрирования, маскирования в химическом анализе, ознакомление их с устройством фотоколориметров и спектрофотометров, фотометрическими методами определения неорганических и органических соединений.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "СЗ.В.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Формирование у студентов представления о роли и месте фотометрических методов анализа в современной аналитической химии, использовании органических реагентов для обнаружения, определения, разделения, концентрирования, маскирования в химическом анализе, ознакомление их с устройством фотоколориметров и спектрофотометров, фотометрическими методами определения неорганических и органических соединений.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности
ПК-13 (профессиональные компетенции)	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способен на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности владеет навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
ПК-9 (профессиональные компетенции)	понимает принципы работы и умеет работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

место фотометрических методов в современной аналитической химии, теоретические основы фотометрических методов анализа, обладать теоретическими знаниями о взаимосвязи между строением и химико-аналитическими свойствами органических реагентов

2. должен уметь:

проводить фотометрическое определение органических и неорганических веществ по стандартным методикам, использовать органические реагенты при решении различных задач химического анализа

3. должен владеть:

методологией выбора фотометрических методик при анализе различных объектов, навыками их применения на практике

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность владеть основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);

готовность владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, быть способным проводить оценку возможных рисков

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа.	7	1	2	0	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.	7	2	2	0	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах.	7	3	2	0	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Основные законы поглощения ЭМИ. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Закон аддитивности оптической плотности.	7	4	2	0	4	домашнее задание
5.	Тема 5. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах.	7	5	2	0	6	домашнее задание
6.	Тема 6. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах.	7	6	2	0	6	домашнее задание
7.	Тема 7. Круглый стол. Примеры конкретных фотометрических определений.	7	7	2	0	6	контрольная работа
8.	Тема 8. Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.	7	8	2	0	4	домашнее задание
9.	Тема 9. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии.	7	9	2	0	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Органические реагенты, образующие координационные соединения.	7	10	2	0	0	домашнее задание
11.	Тема 11. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов.	7	11	2	0	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии.	7	12	2	0	0	домашнее задание
13.	Тема 13. Экстракционные реагенты.	7	13	2	0	0	домашнее задание
14.	Тема 14. Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.	7	14	2	0	0	домашнее задание
15.	Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.	7	15	2	0	0	домашнее задание
16.	Тема 16. Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства.	7	16	2	0	0	домашнее задание
17.	Тема 17. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.	7	17	2	0	0	тестирование
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			34	0	30	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

1 Введение. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа. Метрологические характеристики и значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Комбинированные и гибридные методы анализа с фотометрическим окончанием.

**Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

2 Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Поглощение ЭМИ однородными системами. Процессы, протекающие при поглощении ЭМИ атомами и молекулами. Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.

**Тема 3. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

3 Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах. Факторы, влияющие на ширину линий в оптических спектрах и на коэффициент молярного поглощения. Связь между электронным строением и окраской веществ. Электронные спектры поглощения органических и координационных соединений. Разрешенные и запрещенные электронные переходы. Хромофорные и ауксохромные группы.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Обучение работе на спектрофотометре СФ-102. Снятие спектров окрашенных соединений.

**Тема 4. Основные законы поглощения ЭМИ. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Закон аддитивности оптической плотности.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

4 Основные законы поглощения ЭМИ. Величины, характеризующие поглощение ЭМИ. Пропускание, оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Физико - химические и инструментальные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности оптической плотности.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Фотометрическое определение константы ионизации индикатора бромтимолового синего

**Тема 5. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

5 Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах. Методы сравнения, добавок, градуировочного графика. Дифференциально-фотометрический метод. Метод фотометрического титрования. Экстракционно-фотометрический метод. Анализ многокомпонентных систем. Кинетические методы определения с фотометрическим детектированием.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Фотометрическое титрование смеси меди(II) и висмута(III)

**Тема 6. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

6 Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах. Фотометрическое определения констант ионизации оснований и слабых кислот, определение рН растворов. Изучение процессов комплексообразования. Определение состава и устойчивости комплексных соединений. Методы изомолярных серий и сдвига равновесия. Методы компьютерного моделирования процессов комплексообразования.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Фотометрическое определение неодима с арсеназо(III)

**Тема 7. Круглый стол. Примеры конкретных фотометрических определений.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

7 Круглый стол. Примеры конкретных фотометрических определений.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Кинетический метод - определение молибдена. Анализ двухкомпонентной системы.

**Тема 8. Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Анализ двухкомпонентной системы. Дифференциально-фотометрическое определение меди в латуни.

**Тема 9. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

9 Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии. Области применения органических реагентов, их классификация. Функционально-аналитические группы.

**Тема 10. Органические реагенты, образующие координационные соединения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

10 Органические реагенты, образующие координационные соединения. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических лигандов. Селективность комплексообразующих реагентов. Роль донорных атомов. Функциональные группы в молекулах органических соединений: кислород-, азот-, серо- и фосфорсодержащие. Принцип ЖМКО.

**Тема 11. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

11 Взаимное расположение донорных атомов в полидентантных лигандах. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов. Краун-соединения, история их открытия, характерные особенности.

**Тема 12. Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

12 Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии. Факторы, определяющие растворимость осадков. Реагенты, образующие простые соли. Хелатообразующие осадители.

**Тема 13. Экстракционные реагенты.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

13 Экстракционные реагенты. Распределение реагентов и их комплексов в двух-фазных системах. Гидрофильно-липофильный баланс. Классификация экстракционных реагентов по механизму экстракции.

**Тема 14. Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

14 Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.

**Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

15 Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.



## Тема 16. Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства.

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

16 Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства. Фосфорорганические комплексоны.

## Тема 17. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

17 Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа.	7	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.	7	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах.	7	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Основные законы поглощения ЭМИ. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Закон аддитивности оптической плотности.	7	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах.	7	5	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах.	7	6	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
7.	Тема 7. Круглый стол. Примеры конкретных фотометрических определений.	7	7	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
8.	Тема 8. Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.	7	8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии.	7	9	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
10.	Тема 10. Органические реагенты, образующие координационные соединения.	7	10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
11.	Тема 11. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов.	7	11	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
12.	Тема 12. Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии.	7	12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
13.	Тема 13. Экстракционные реагенты.	7	13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
14.	Тема 14. Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.	7	14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
15.	Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.	7	15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
16.	Тема 16. Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства.	7	16	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
17.	Тема 17. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.	7	17	подготовка к тестированию	2	тестирование
	Итого				44	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- компьютерные презентации лекций;
- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 1-4
- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 5-7
- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 8-10
- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 11-16
- круглый стол по разделу 7

Проведение лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ (по выбору преподавателя):

Методы градуировочного графика, сравнения, добавок

1. Определение содержания фенолов в природных водах с использованием в качестве реагента 4 - аминокантипина

Экстракционно - фотометрический метод

2. Экстракционно - фотометрическое определение содержания анионоактивных СПАВ в воде водоемов с использованием в качестве реагента красителя азур А

Дифференциальная спектрофотометрия

3. Определение меди (II) в медных сплавах и растворах ее солей дифференциальным методом

4. Определение железа (III) в растворах его солей с сульфосалициловой кислотой дифференциальным методом

5. Определение никеля в стали дифференциальным методом

## Спектрофотометрическое титрование

6. Определение меди (II) в растворе ее соли методом фотометрического титрования
7. Определение железа (III) в растворе его соли методом фотометрического титрования

## Кинетический метод со спектрофотометрическим контролем

8. Определение микроколичеств кобальта (II) кинетическим методом
9. Определение микроколичеств никеля (II) кинетическим методом
10. Определение малых количеств вольфрама (VI) в растворе его соли кинетическим методом
11. Определение малых количеств молибдена (VI) кинетическим методом в растворах его солей и сплавах

## Анализ многокомпонентных систем

12. Совместное определение меди (II), кобальта (II) и никеля (II) с диэтилдитиокарбаминатом
13. Определение кобальта (II) и никеля (II) при их совместном присутствии с помощью 8-оксихинолина
14. Определение хрома и марганца при их совместном присутствии

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа. Метрологические характеристики и значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Комбинированные и гибридные методы анализа с фотометрическим окончанием.

### **Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Энергетические характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Поглощение ЭМИ однородными системами. Процессы, протекающие при поглощении ЭМИ атомами и молекулами. Особенности взаимодействия веществ с ЭМИ УФ, видимой и ИК областях спектра.

### **Тема 3. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах. Факторы, влияющие на ширину линий в оптических спектрах и на коэффициент молярного погашения. Связь между электронным строением и окраской веществ. Электронные спектры поглощения органических и координационных соединений. Разрешенные и запрещенные электронные переходы. Хромофорные и ауксохромные группы.

### **Тема 4. Основные законы поглощения ЭМИ. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Закон аддитивности оптической плотности.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Основные законы поглощения ЭМИ. Величины, характеризующие поглощение ЭМИ. Пропускание, оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Физико - химические и инструментальные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности оптической плотности.

### **Тема 5. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах. Методы сравнения, добавок, градуировочного графика. Дифференциально-фотометрический метод. Метод фотометрического титрования. Экстракционно-фотометрический метод. Анализ многокомпонентных систем. Кинетические методы определения с фотометрическим детектированием.

#### **Тема 6. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах. Фотометрическое определение констант ионизации оснований и слабых кислот, определение рН растворов. Изучение процессов комплексообразования. Определение состава и устойчивости комплексных соединений. Методы изомольных серий и сдвига равновесия. Методы компьютерного моделирования процессов комплексообразования Контрольная работа.

#### **Тема 7. Круглый стол. Примеры конкретных фотометрических определений.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по разделам 1-6

#### **Тема 8. Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопрос. Найти 2 фотометрические методики определения 2 элементов по выбору преподавателя. Провести анализ этих методик.

#### **Тема 9. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопрос. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии. Области применения органических реагентов, их классификация. Функционально-аналитические группы.

#### **Тема 10. Органические реагенты, образующие координационные соединения.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопрос. Органические реагенты, образующие координационные соединения. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических лигандов. Селективность комплексообразующих реагентов. Роль донорных атомов. Функциональные группы в молекулах органических соединений: кислород-, азот-, серо- и фосфорсодержащие. Принцип ЖМКО.

#### **Тема 11. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопрос. Взаимное расположение донорных атомов в полидентантных лигандах. Хелатный и суперхелатный эффекты. Макроциклические лиганды. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов. Краун-соединения, история их открытия, характерные особенности.

#### **Тема 12. Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Органические реагенты в методах осаждения и гравиметрии. Факторы, определяющие растворимость осадков. Реагенты, образующие простые соли. Хелатообразующие осадители.

#### **Тема 13. Экстракционные реагенты.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Экстракционные реагенты. Распределение реагентов и их комплексов в двух-фазных системах. Гидрофильно-липофильный баланс. Классификация экстракционных реагентов по механизму экстракции.

#### **Тема 14. Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.

**Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.

**Тема 16. Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства.

Фосфорорганические комплексоны. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения. Контрольная работа.

**Тема 17. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.**

тестирование , примерные вопросы:

тестирование по разделам 7-17.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Примеры вопросов компьютерного тестирования

? Какие функциональные группы являются хромофорами?

1. амино-
2. гидроксильная
3. карбонильная
4. аза-

? Какой фотометрический метод анализа основан на измерении интенсивности излучения, рассеянного взвешенными частицами определяемого вещества?

1. спектроскопия отражения
2. турбидиметрия
3. нефелометрия
4. ААС
5. Фотометрия пламени

? Какие электронные переходы являются безизлучательными?

1. Колебательная дезактивация
1. флуоресценция
2. интеркомбинационная конверсия в триплетное состояние
3. фосфоресценция

? Какие спектральные области используются в фотометрических методах анализа?

1. Рентгеновская
2. Ближняя ИК
3. Ближняя УФ
4. Вакуумная УФ

? Приемники излучения, используемые в фотоколориметре КФК-2

1. Вакуумный фотоэлемент

2. ФЭУ

3. Фотодиод

4. Светодиод

5. Фоторезистор

? Какая величина линейно связана с концентрацией окрашенного вещества в растворе?

1. Пропускание

2. Коэффициент молярного поглощения

3. Оптическая плотность

4. Интенсивность светового потока

? Для определения каких катионов используется 1,10-фенантролин

1.  $\text{Cu}^+$

2.  $\text{Cu}^{2+}$

3.  $\text{Mn}^{2+}$

4.  $\text{Mg}^{2+}$

5.  $\text{Ni}^{2+}$

6.  $\text{Fe}^{2+}$

? Какой из перечисленных ионов образует наиболее прочные комплексы с кислородсодержащими лигандами?

1.  $\text{Au}^+$

2.  $\text{Ag}^+$

3.  $\text{Pd}^{2+}$

4.  $\text{Zr}^{2+}$

5.  $\text{Ni}^{2+}$

? Какие из перечисленных орг. реагентов используются в качестве окислительно-восстановительных индикаторов?

1. Дифениламин

2. Фенилантрахиноновая кислота

3. Фенолфталеин

4. ЭДТА

? Какие из перечисленных орг. реагентов используются в качестве металлохромных индикаторов?

1. Ксиленоловый оранжевый

2. Сульфосалициловая кислота

3. Лимонная кислота

4. Щавелевая кислота

? Чему равна дентантность иминотриуксусной кислоты (ИТА)?

1. 2

2. 3

3. 4

Вопросы и задания для проведения текущего контроля и аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.

1. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа. Значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Комбинированные и гибридные методы анализа с фотометрическим окончанием.

2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения. Поглощение электромагнитного излучения однородными системами.

3. Спектры поглощения. Формы спектров поглощения атомов и молекул в газообразном состоянии и в конденсированных средах. Факторы, влияющие на ширину линий в оптических спектрах. Хромофорные и аукохромные группы.
4. Основные законы поглощения электромагнитного излучения. Величины, характеризующие поглощение электромагнитного излучения. Пропускание, оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон Бугера - Ламбера - Бера.
5. Физико - химические и инструментальные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности оптической плотности.
6. Фотометрические методы определения концентраций веществ в растворах. Методы сравнения, добавок, градуировочного графика.
7. Дифференциально-фотометрический метод анализа.
8. Метод фотометрического титрования.
9. Экстракционно-фотометрический метод.
10. Анализ многокомпонентных систем. Кинетические методы определения с фотометрическим детектированием.
11. Фотометрические методы определения железа.
12. Фотометрические методы определения меди
13. Фотометрические методы определения редкоземельных элементов.
14. Фотометрические методы определения тяжелых металлов
15. Применение спектрофотометрии для изучения равновесий в растворах. Определение констант ионизации кислот и оснований. Фотометрическое определение pH растворов. Изучение процессов комплексообразования. Спектрофотометрические методы определения состава и устойчивости комплексных соединений.
16. Примеры фотометрических определений отдельных элементов в различных объектах.
17. Место и значение органических реагентов в современной аналитической химии. Области применения органических реагентов. Классификация органических реагентов.
18. Функционально-аналитические группы. Функциональные группы, содержащие донорный атом кислорода.
19. Функциональные группы, содержащие донорный атом кислорода.
20. Азотсодержащие функциональные группы.
21. Серусодержащие функциональные группы.
22. Фосфосодержащие функциональные группы.
23. Органические реагенты, образующие координационные соединения. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических лигандов.
24. Функциональные группы органических реагентов. Взаимное расположение донорных атомов в полидентантных лигандах. Хелатный эффект. Суперхелатный эффект. Макроциклические лиганды.
25. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей в молекулах органических лигандов на их комплексообразующие свойства.
26. Органические реагенты, используемые в методах осаждения и гравиметрии. Факторы, определяющие растворимость осадков. Реагенты, образующие простые соли. Хелатообразующие осадители.
27. Экстракционные реагенты. Распределение реагентов и их комплексов в двухфазных системах. Гидрофильно-липофильный баланс. Классификация экстракционных реагентов по механизму экстракции.
28. Органические реагенты, используемые в фотометрических и экстракционно-фотометрических методах анализа.
29. Органические реагенты в объемных методах анализа. Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные
30. Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства. Фосфорорганические комплексоны.



31. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты и их применение в сорбционных методах концентрирования и разделения.

### 7.1. Основная литература:

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под ред. Р. Кельнера, Т.2. - М.: Мир, АСТ, 2004. - 728 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. Кн.2: Физико-химические методы анализа. - М.: Дрофа, 2004. - 383 с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Берштейн И.Я., Каминский Ю.Л. Спектрофотометрический анализ в органической химии
2. Хираока М. Краун - соединения. - М.: Мир, 1986
3. Золотов Ю. А. Экстракция в неорганическом анализе. ?М.: Изд-во МГУ, 1990.
4. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.; Мир,1989.
5. Бургер К. Органические реагенты в неорганическом анализе. - М.: Мир, 1975
6. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. - Л.; Химия, 1986.
7. Пешкова В.М., Громова М.И. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. - М.; Высшая школа, 1976.
8. Хольцбекер З и др. Органические реагенты в неорганическом анализе. - М.; Мир, 1979, 752 с.
9. Пилипенко А. Т., Пилипенко Л. А., Зубенко А. И. Органические реагенты в неорганическом анализе, - Киев.: Наукова думка, 1994.
10. Умланд Ф. и др. Комплексные соединения в аналитической химии. - М.: Мир, 1975.
11. Мясоедов" Г. В., Саввин С. Б. Хелатообразующие сорбенты. - М.: Наука, 1984.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org>  
ООО - <http://lab-s.info/spektrofotometr-dvuluchevoy-u-2900-hitachi/>  
Российский химико-аналитический портал - <http://www.anchem.ru>  
Спектрофотометры - <http://dv-expert.ru/laboratornoe-oborudovanie/spektrofotometr>  
Фотометрические методы анализа: учебное пособие - <http://www.knigafund.ru/books/148768>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Фотометрические методы анализа и органические реагенты" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный проектор

Пакет программ компьютерного тестирования по аналитической химии "Analex-2009"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Аналитическая химия .

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.