

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 Б3.В.5

Направление подготовки: 020100.62 - Химия

Профиль подготовки: Аналитическая химия

Квалификация выпускника: бакалавр

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 711014

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 "Б3.В.5 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.62 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Фотометрические методы анализа и органические реагенты" относится к учебному циклу "Профессиональные дисциплины" профиля "Аналитическая химия" (Б3.В.5). Она базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов базовой части цикла Б3 "Неорганическая химия" и "Аналитическая химия", "Физическая химия", "Органическая химия". Полученные при освоении дисциплины знания и умения формируют 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-6 (профессиональные компетенции)	владеть навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	иметь опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях
ПК-8 (профессиональные компетенции)	владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов

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. Взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.	7	2	2	0	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Спектры поглощения.	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 электромагнитного излучения. Закон Бугера - Ламбера - Бера.	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. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических лигандов.	7	11	2	0	0	домашнее задание
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

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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.	7	15	2	0	0	домашнее задание
16.	Тема 16. Комплексоны в аналитической химии.	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)):**

Фотометрические методы в современной аналитической химии. Метрологические характеристики и значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Комбинированные и гибридные методы анализа с фотометрическим окончанием.

**Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения. Взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

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

**Тема 3. Спектры поглощения.**

**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 погашения. 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 электромагнитного излучения. Закон Бугера - Ламбера - Бера.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

4 Величины, характеризующие поглощение электромагнитного излучения. Пропускание, оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Физико - химические и инструментальные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Закон Фиродта (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 - лиганды. 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. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических 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.**

**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 в аналитической химии.**

**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



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения. Взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.	7	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Спектры поглощения.	7	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Основные законы поглощения электромагнитного излучения. Закон Бугера - Ламбера - Бера.	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
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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Взаимосвязь между строением и комплексобразующими свойствами органических 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
15.	Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа.	7	15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
16.	Тема 16. Комплексоны в аналитической химии.	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
- 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 - аминокантипирина

Экстракционно - фотометрический метод

2. Экстракционно - фотометрическое определение содержания анионоактивных СПАВ в воде водоемов с использованием в качестве реагента красителя азура 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. Фотометрические методы в современной аналитической химии. Метрологические характеристики и значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Комбинированные и гибридные методы анализа с фотометрическим окончанием.

### **Тема 2. Энергетические характеристики электромагнитного излучения. Взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.**

домашнее задание , примерные вопросы:

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

### **Тема 3. Спектры поглощения.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. 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 электромагнитного излучения. Закон Бугера - Ламбера - Бера.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопросы. Величины, характеризующие поглощение электромагнитного излучения. Пропускание, оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения. Закон светопоглощения. 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. Различные варианты способов определения веществ в фотометрии: 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. Фотометрическое определения констант ионизации оснований и слабых кислот, определение pH растворов. Изучение процессов комплексообразования. Определение состава и устойчивости комплексных соединений. Методы изомолярных 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. Пример: определение меди и алюминия.

#### **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 - лиганды. 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. Взаимосвязь между строением и комплексообразующими свойствами органических лигандов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Вопрос. Взаимное расположение донорных атомов в полидентантных лигандах. Хелатный и суперхелатный эффекты. Влияние стерических и электронных эффектов заместителей на комплексообразующие свойства лигандов. Краун-соединения, история их открытия, характерные особенности. Факторы, влияющие на растворимость органических лигандов и их комплексов. Гидрофобный эффект.

#### **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:

Требования, предъявляемые к экстракционным реагентам. Распределение реагентов и их комплексов в двух-фазных системах. Гидрофильно-липофильный баланс. Классификация экстракционных реагентов по механизму экстракции. Фосфорорганические экстрагенты.

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Фотометрические реагенты. Ксиленоловый оранжевый, реагенты группы арсеназо. Пиридилазонафтол и пиридилазорезорцин. Экстракционно-фотометрические реагенты. 8-оксихинолин, диэтилдитиокарбаминат, катионные и анионные красители.

#### **Тема 15. Органические реагенты в объемных методах анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Кислотно-основные индикаторы. Окислительно-восстановительные индикаторы. Металлохромные индикаторы. Адсорбционные индикаторы.

#### **Тема 16. Комплексоны в аналитической химии.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Комплексоны, их строение, кислотно-основные и комплексообразующие свойства. Фосфорорганические комплексоны. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты: строение и свойства.

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

тестирование , примерные вопросы:

Тестирование по разделам 7-17. Тест-задания приведены в разделе "прочее"

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы и задания для контроля самостоятельной работы студентов и подготовки к зачету.

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 аукохромы 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.

## ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

### Билет

1. Процессы, протекающие при поглощении электромагнитного излучения атомами и молекулами. Особенности взаимодействия веществ с электромагнитным излучением УФ, видимой и ИК областях спектра.
2. Закон Бугера - Ламбера - Бера. Физико - химические и инструментальные причины отклонения от основного закона светопоглощения. Закон аддитивности оптической плотности.

### Примеры вопросов компьютерного тестирования

? Какие функциональные группы являются хромофорами?

1. амино-
2. гидроксид-
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?

4. 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. Фенилантраниловая 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

## ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ

Билет

1. Место фотометрических методов среди других оптических методов анализа. Значение фотометрических методов в современной аналитической химии. Энергетические характеристики электромагнитного излучения. Поглощение электромагнитного излучения однородными системами.

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

### 7.1. Основная литература:

1. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. М.: Мир: АСТ, Т. 2. 2004. 728 с.

2. Васильев, Владимир Павлович. Аналитическая химия: В 2 кн.: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям / В. П. Васильев. 4-е изд., стер. М.: Дрофа, 2004. (Высшее образование). Кн. 2: Физико-химические методы анализа. 2004. 383 с.

3. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, [Т.] 1. 2013. 623 с.

4. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, [Т.] 2. 2013. 504 с.

5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 542 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>

6. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=399829>

7. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419619>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : в 2 томах : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химико-технологическим направлениям / под ред. проф. А. А. Ищенко .? Москва : Академия, 2012 .



2. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учеб. для вузов / ; Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В. и др.; Под ред. О.М. Петрухина; Федер. целевая прогр. "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997 - 2000 годы" .? М. : Химия, 2001 .? 496с.

3. Спектрофотометрия : учебно-методическое пособие по аналитической химии / Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова ; [сост.: Н. И. Савельева, Р. М. Варламова] .? Казань : Казанский государственный университет, 2009 .? 31 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org>

Двухлучевой спектрофотометр - <http://lab-s.info/spektrofotometr-dvuluchevoy-u-2900-hitachi/>

Российский химико-аналитический портал - <http://search.anchem.ru/?text=фотометрический>

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 направлению 020100.62 "Химия" и профилю подготовки Аналитическая химия .

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.