

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 14.02.2022 09:24:59  
Уникальный программный идентификатор:  
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство просвещения Российской Федерации  
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики  
Кафедра естественных наук и физико-математического образования



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.02.02 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ**  
**МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Уровень высшего образования  
Направление подготовки

Профили  
Форма обучения

Бакалавриат  
44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)  
Биология и химия  
Очная

Нижний Тагил  
2020

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа». Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Нижний Тагил, 2020. – 24с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), реализуемого в филиале РГППУ в г. Нижнем Тагиле.

Автор: доцент,  
Е. А. Раскатова  
доцент кафедры естественных наук  
и физико-математического образования

Рецензент: кандидат биологических наук, доцент,  
О. В. Полявина  
доцент кафедры естественных наук  
и физико-математического образования

Программа одобрена на заседании кафедры ЕНФМ. Протокол от 10.04.2020 г. № 7.

Заведующий кафедрой  
О. В. Полявина

Программа рекомендована к печати методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 17.04.2020 г. № 7.

Председатель методической комиссии ФЕМИ  
Н.З. Касимова

Программа утверждена решением Ученого совета факультета естествознания, математики и информатики. Протокол от 30.04.2020 г. № 8.

Декан ФЕМИ Т. В.  
Жуйкова

Главный специалист отдела информационных ресурсов О.  
В. Левинских

© Нижнетагильский государственный  
социально-педагогический институт  
(филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный  
профессионально-педагогический университет», 2020.  
© Раскатова Елена Алексеевна, 2020.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины.....                             | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....        | 4  |
| 3. Результаты освоения дисциплины.....                                | 4  |
| 4. Структура и содержание дисциплины.....                             | 6  |
| 4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы..... | 6  |
| 4.2. Учебно-тематический план.....                                    | 7  |
| 4.3. Содержание дисциплины.....                                       | 8  |
| 5. Образовательные технологии.....                                    | 12 |
| 6. Учебно-методические материалы.....                                 | 13 |
| 6.1. Организация самостоятельной работы студентов.....                | 13 |
| 6.2. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации.....    | 15 |
| 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....              | 23 |
| 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....                | 24 |

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель преподавания дисциплины

Обучение студентов теоретическим и практическим основам химических, физико-химических и физических методов количественного анализа и идентификации веществ.

### Задачи изучения дисциплины

1. Обучить студентов теоретическим аспектам современной аналитической химии, основанные на закономерностях кислотно-основных, гетерогенных, окислительно-восстановительных реакций и реакций комплексообразования;
2. Сформировать навыки качественного анализа сложного, многокомпонентного химического вещества, проведенный с учетом химических свойств этого вещества;
3. Обучить количественному анализу химического вещества, проведенный с использованием методов гравиметрического и титриметрического анализа;
4. Обучить современным физико-химическим методам, основанным на оптических, электрохимических и других физических свойствах веществ;
5. Обучить студентов правилам техники безопасности при работе с лабораторной посудой и приборами, привить навыки выполнения анализов; стимулировать учебно-исследовательскую работу;
6. Выработать у студентов способность применять полученные знания при изучении последующих курсов и дисциплин, а также в своей профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» является составной частью раздела, формируемого участниками образовательных отношений и является основным компонентом модуля «Химия». учебного плана по направлению 44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Преподавание аналитической химии и физико-химических методов анализа базируется на курсах общей и неорганической химии, так как изучается после этих дисциплин.

Данная дисциплина является базовой частью для изучения последующих дисциплин естественнонаучного цикла: органическая химия, биохимия, физическая и коллоидная химия.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих компетенций:

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач                                                                                                   |
|                                                                                                                                     | ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации                                                                    |
|                                                                                                                                     | ИУК 1.3. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций и оценок; применяет методы системного подхода для решения поставленных задач |
| ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных                                                      | ИОПК 8.1. Знает историю, теорию, закономерности и принципы построения и функционирования образовательного процесса, роль и место образования в жизни человека и общества                                   |
|                                                                                                                                     | ИОПК 8.2. Умеет использовать современные научные                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| научных знаний                                                                                                                 | знания психолого-педагогического и предметного (профильного) содержания для организации учебной и внеучебной деятельности в системе основного и дополнительного образования детей                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                | ИОПК 8.3. Подготовлен к применению специальных научных знаний для осуществления педагогической деятельности (проектной, учебно-исследовательской, игровой, художественно-эстетической, физкультурной, досуговой и др.) с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона |
| ПК-3 – способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса                                           | 3.1. Знает закономерности, принципы и уровни формирования и реализации содержания образования; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьных предметов: ...                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                | 3.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                | 3.3. Владеет предметным содержанием; умениями отбора вариативного содержания с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения                                                                                                                                                                                                  |
| ПК-6 Способен ориентироваться в вопросах биологии и химии на современном уровне развития научных направлений в данных областях | ИПК 6.1. Знает:<br>общие понятия, теории, правила, законы, закономерности предметных областей биология и химия; закономерности развития органического мира;<br>основные принципы технологических процессов химических производств и способен использовать полученные знания в профессиональной деятельности                           |
|                                                                                                                                | ИПК 6.2. Умеет:<br>объяснять химические основы биологических процессов и физиологические механизмы работы различных систем и органов растений, животных и человека; ориентироваться в вопросах биохимического единства органического мира.                                                                                            |
|                                                                                                                                | ИПК 6.3. Владеет:<br>классическими и современными методами и методическими приемами организации и проведения лабораторных, экспериментальных и полевых исследований в предметных областях биология и химия.                                                                                                                           |

В результате освоения дисциплины студент должен  
**знать:**

–современные представления о методах и технике выполнения качественного анализа и методах количественного анализа;

–лабораторное оборудование и технику выполнения отдельных операций полумикрометодом;

- принципы аналитической классификации катионов и анионов, общую характеристику катионов каждой аналитической группы и частные реакции катионов и анионов;
- правила работы в лаборатории количественного анализа, аналитические весы и правила взвешивания на них;
- сущность гравиметрического (весового) метода и его применение, лабораторную посуду для гравиметрического анализа;
- сущность титриметрического метода анализа и классификацию его методов: метод кислотно-основного титрования, метод окислительно-восстановительного титрования, метод осаждения и комплексообразования;
- измерительную посуду и ее назначение;
- способы выражения концентрации в титриметрическом методе анализа и приготовление стандартных растворов;
- правила охраны труда и техники безопасности при работе с химическими веществами в лаборатории, методы противопожарной защиты при работе с ними, назначение различных приборов и правила работы с ними;
- токсикологию отдельных химических веществ и проблемы защиты окружающей среды, связанные с их использованием;

**уметь:**

- характеризовать химические свойства катионов шести аналитических групп, показывать методику проведения характерных реакций катионов в лаборатории;
- проводить анализ смеси катионов всех аналитических групп;
- характеризовать химические свойства анионов трех аналитических групп;
- проводить, анализ неизвестного вещества, обобщая результаты химического эксперимента, формулировать выводы по принадлежности катионов и анионов соответствующей группе;
- выражать концентрацию раствора различными способами, различные способы приготовления растворов с точно известной концентрацией;
- готовить стандартные растворы и устанавливать титр и нормальную их концентрацию;
- решать задачи на способы выражения концентрации растворов различными методами, на определение произведения растворимости некоторых электролитов;
- составлять уравнения реакций окисления-восстановления методом электронного и ионно-электронного баланса;
- собирать приборы для выполнения опытов, выполнять их индивидуально, уметь пользоваться химической посудой в гравиметрическом и объемном методах анализа, уметь взвешивать на аналитических весах;
- пользоваться схемами и таблицами, работать с литературой, подбирать литературу по заданной теме при подготовке к лабораторным работам.

**владеть:**

- техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами;
- техникой экспериментального определения pH растворов при помощи индикаторов и приборов;
- простейшими операциями при выполнении качественного и количественного анализа веществ;
- техникой работы на физических приборах, используемых для качественного и количественного анализа (колориметр, спектрофотометр, pH-метр, потенциометр и др.);
- навыками по проведению систематического анализа неизвестного соединения;
- методами статистической обработки экспериментальных результатов.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 63 ач. ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице № 1.

Таблица № 1

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

| Вид работы                                             | Форма обучения |           |
|--------------------------------------------------------|----------------|-----------|
|                                                        | Очная          |           |
|                                                        | IV семестр     | V семестр |
| <b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану | <b>126</b>     | <b>90</b> |
| <b>Контактная работа</b> , в том числе:                | <b>46</b>      | <b>30</b> |
| Лекции                                                 | 16             | 12        |
| Лабораторные работы                                    | 30             | 18        |
| <b>Самостоятельная работа</b> , в том числе:           | <b>80</b>      | <b>33</b> |
| Изучение теоретического курса                          | 45             | 21        |
| Подготовка к выступлению с докладом                    |                | 6         |
| Самоподготовка к текущему контролю знаний              | 35             | 6         |
| Выполнение контрольной работы                          | -              | -         |
| Подготовка к экзамену, сдача экзамена                  | -              | 27        |

### 4.2. Содержание и тематическое планирование дисциплины

#### Тематический план дисциплины

| Наименование разделов<br>и тем дисциплины                                                                        | Всего<br>часов | Контактная работа |                  | Сам.<br>работа | Формы<br>текущего<br>контроля<br>успеваемости |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------------|
|                                                                                                                  |                | Лекции            | Лабор.<br>работы |                |                                               |
| II курс, IV семестр                                                                                              |                |                   |                  |                |                                               |
| ТЕМА 1. Теоретические основы аналитической химии                                                                 | 9              | 1                 | -                | 8              | Собеседование.                                |
| ТЕМА 2. Закон действия масс и равновесие химических процессов. Некоторые положения теории растворов электролитов | 9              | 1                 | -                | 8              | Собеседование.                                |
| ТЕМА 3. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии                                             | 13             | 1                 | -                | 12             | Собеседование.                                |
| ТЕМА 4. Окислительно-восстановительные равновесия в химическом анализе                                           | 13             | 1                 | -                | 12             | Собеседование.                                |
| ТЕМА 5. Равновесия в комплексообразовании и их роль в аналитической химии                                        | 15             | 1                 | -                | 14             | Собеседование.                                |
| ТЕМА 6. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии                                       | 9              | 1                 | -                | 8              | Собеседование.                                |
| ТЕМА 7. Предмет, задачи и методы                                                                                 | 22             | 4                 |                  | 6              | Опрос,                                        |

|                                                                                                                              |            |           |           |            |                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| качественного анализа<br>Качественный анализ катионов                                                                        |            |           | 12        |            | самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                            |
| ТЕМА 8. Качественный анализ<br>анионов и сухого вещества                                                                     | 18         | 4         | 8         | 6          | Опрос,<br>самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                  |
| ТЕМА 9. Титриметрический метод<br>анализа. Кислотно-основное<br>титрование.                                                  | 18         | 2         | 10        | 6          | Опрос,<br>самост. работа,<br>решение задач,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                                                                                | <b>126</b> | <b>16</b> | <b>30</b> | <b>80</b>  |                                                                                                  |
| <b>III курс, V семестр</b>                                                                                                   |            |           |           |            |                                                                                                  |
| ТЕМА 10. Теоретические основы<br>количественного анализа<br><b>Гравиметрический метод анализа</b>                            | 14         | 2         | 4         | 8          | Опрос,<br>самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                  |
| ТЕМА 11 Теоретические основы<br>физико-химических<br>(инструментальных) методов анализа.<br>Электрохимические методы анализа | 19         | 4         | 6         | 9          | Опрос,<br>самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                  |
| ТЕМА 12. Оптические методы анализа                                                                                           | 16         | 4         | 4         | 8          | Опрос,<br>самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                  |
| ТЕМА 13. Хроматографические<br>методы анализа                                                                                | 14         | 2         | 4         | 8          | Опрос,<br>самост. работа,<br>отчет по<br>лабораторным<br>работам и<br>заданиям.                  |
| Подготовка к экзамену                                                                                                        | 27         |           |           |            |                                                                                                  |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                                                                                | <b>90</b>  | <b>12</b> | <b>18</b> | <b>33</b>  |                                                                                                  |
| <b>ИТОГО:</b>                                                                                                                | <b>216</b> | <b>28</b> | <b>72</b> | <b>113</b> |                                                                                                  |

#### 4.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

##### ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (1 час)

*Лекция (1 час)*

Аналитическая химия и химический анализ. Краткий исторический очерк развития аналитической химии.

## **ТЕМА 2. ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ МАСС И ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (1 час)**

### ***Лекция (1 час)***

Некоторые положения теории растворов электролитов. Химическое равновесие. Константа химического равновесия.

Использование закона действия масс при исследовании сильных и слабых электролитов. Взаимосвязь между концентрацией, степенью и константой диссоциации. Закон разбавления В. Оствальда. Ионное произведение воды и pH растворов. Действие одноименного иона. Расчеты с использованием закона действия масс.

Количественное описание равновесных процессов в сильных электролитах. Активность и коэффициент активности ионов. Ионная сила растворов. Связь между ионной силой раствора и коэффициентом активности.

## **ТЕМА 3. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ И ИХ РОЛЬ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (1 час)**

### ***Лекция (1 час)***

Протолитические равновесия. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в воде. Константы кислотности, основности и их показатели.

Буферные растворы, их назначение в химическом анализе. Типы буферных систем. Буферная емкость. Вычисление pH буферных растворов.

Гидролиз. Взаимосвязь между концентрацией, степенью и константой гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу. Влияние температуры на процессы гидролиза. Использование гидролиза в качественном анализе.

## **ТЕМА 4. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАВНОВЕСИЕ В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ (1 час)**

### ***Лекция (1 час)***

Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар. Потенциал реакции (электродвижущая сила). Влияние различных факторов на величину окислительно-восстановительных потенциалов.

Использование редокс-потенциалов для определения направления окислительно-восстановительных реакций, выбора наиболее эффективного окислителя или восстановителя и среды. Глубина протекания редокс-реакций.

Выбор окислительно-восстановительных реакций для качественного обнаружения ионов в растворе. Примеры использования редокс-реакций в качественном анализе.

## **ТЕМА 5. РАВНОВЕСИЕ В КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИИ И ИХ РОЛЬ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (1 час)**

### ***Лекция (1 час)***

Общая характеристика комплексных (координационных) соединений металлов. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы нестойкости и устойчивости комплексных соединений.

Образование комплексных соединений при проведении систематического и дробного анализа. Расчет концентраций продуктов диссоциации комплексных соединений.

Образование внутрикомплексных соединений (хелатов). Органические реагенты в качественном анализе. Избирательность органических реагентов. Маскирование мешающих ионов.

## **ТЕМА 6. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (1 час)**

### ***Лекция (1 час)***

Некоторые основные понятия: разделение, концентрирование. Классификация методов разделения и концентрирования: испарение, озоление, осаждение, соосаждение, кристаллизация, экстракция.

*Экстракционные методы разделения смеси ионов (или веществ).* Экстракция. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Условия разделения двух веществ. Реэкстракция. Использование экстракционных методов в аналитической химии.

*Хроматографические методы разделения смеси ионов (или веществ).* Хроматография. Сущность метода. Классификация хроматографических методов анализа: по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике эксперимента. Адсорбционная, ионообменная и бумажная хроматография. Использование хроматографических методов в качественном анализе.

## **ТЕМА 7. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ КАТИОНОВ (16 часа)**

### ***Лекция (4 часов)***

Предмет и задачи качественного анализа. Методы качественного анализа. Классификация методов анализа по следующим признакам:

- а) по агрегатному состоянию анализируемого объекта и продукта реакции;
- б) по количеству используемого вещества;
- в) по технике выполнения и измерения результатов анализа.

Классификация реактивов по чистоте. Стандарты на сырье и выпускаемую продукцию: ГОСТ, ОСТ, ТУ.

Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости и твердого вещества. Масса пробы.

Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Характеристика чувствительности аналитических реакций и ее показатели: открываемый минимум, предельная концентрация или предельное разбавление и минимальный объем предельно разбавленного раствора. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе. Методика вычислений показателей чувствительности реакций. Специфические и избирательные (селективные) реагенты и реакции.

Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), кислотнo-основная, аммиачно-фосфатная. Систематический и дробный ход анализа. Общие аналитические, групповые и специфические реакции и реагенты.

Кислотно-основная классификация катионов по аналитическим группам.

### ***Лабораторная работа (12 часов)***

Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу. Анализ катионов I-VI аналитических групп. Анализ смеси катионов.

## **ТЕМА 8. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АНИОНОВ И СУХОГО ВЕЩЕСТВА (12 часов)**

### ***Лекция (4 часа)***

Качественный анализ анионов. Классификация анионов по аналитическим группам: по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам. Действия групповых реагентов. Частные реакции анионов. Анализ смеси анионов. Пробы на анионы-окислители и анионы-восстановители. Систематический и дробный анализ анионов.

### **Лабораторная работа (8 часов)**

Действия групповых реагентов. Частные реакции анионов. Анализ анионов I-IV аналитических групп. Анализ сухого вещества.

## **ТЕМА 9. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ (12 часов)**

### **Лекция (2 часа)**

Сущность титриметрии. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Классификация титриметрических методов по типу реакции и по способу выполнения.

Кислотно-основное титрование. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Кривые титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот); слабого основания сильной кислотой (или наоборот); слабой кислоты слабым основанием (или наоборот). Способы обнаружения точки эквивалентности. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода индикатора. Выбор индикатора.

### **Лабораторная работа (4 часов)**

Практическое применение кислотно-основного титрования. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия и соляной кислоты. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и щелочей. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований. Анализ смеси карбоната и гидрокарбоната натрия; смеси карбоната и гидроксида натрия.

## **ТЕМА 10. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА (6 часов)**

### **Лекция (2 часа)**

**Гравиметрический метод анализа** Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема определений. Величина навески, осадка и объема раствора. Требования к осаждаемой форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Требования к гравиметрической форме. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Гравиметрический фактор.

Осадки и их свойства. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение, остальдовское созревание). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Применение гравиметрического метода анализа. Определение неорганических и органических соединений.

### **Лабораторная работа (4 часа)**

Сущность гравиметрического анализа. Требования к осаждаемой форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Требования к гравиметрической форме. Выполнение лабораторных работ: «Определение бария в хлориде бария»; «Определение кальция в карбонате кальция»; «Определение железа в хлориде железа».

## **ТЕМА 11. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (10 часов)**

### **Лекция (4 часа)**

Электрохимические методы анализа. Характеристика титриметрических электрохимических методов анализа. Классификация методов. Методы без наложения и с наложением внешнего потенциала. Прямые и косвенные электрохимические методы.

Потенциометрический анализ (потенциометрия). Принцип метода. Определение концентрации анализируемого вещества в прямой потенциометрии. Применение прямой потенциометрии. Сущность потенциометрического титрования. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Определение pH растворов. Определение точки эквивалентности по потенциалу индикаторного электрода. Кривые потенциометрического титрования.

Кондуктометрический анализ (кондуктометрия). Принцип метода, основные понятия. Связь концентрации растворов электролитов с их электрической проводимостью. Прямая кондуктометрия. Определение концентрации анализируемого раствора по данным измерения электропроводности (расчетный метод, метод градуировочного графика). Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Типы кривых кондуктометрического титрования.

#### ***Лабораторная работа (6 часов)***

Характеристика электрохимических методов анализа.

Выполнение лабораторных работ: «Потенциометрическое титрование»; «Определение содержания фторид-ионов в растворе с использованием фторид-селективного электрода».

### **ТЕМА 12. ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (8 часов)**

#### ***Лекция (4 часа)***

Колориметрические и спектрофотометрические методы. Основы колориметрических и спектрофотометрических методов анализа. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Молярный коэффициент поглощения. Оптическая плотность растворов. Визуальные и фотоэлектроколориметрические методы анализа. Построение калибровочного графика. Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры. Применения колориметрии и спектрофотометрии.

Рефрактометрический метод анализа. Основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от концентрации. Рефрактометры. Применение рефрактометрии.

#### ***Лабораторная работа (8 часов)***

Основы колориметрических и спектрофотометрических методов анализа. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Фотоэлектроколориметры. Устройство рефрактометра.

Выполнение лабораторных работ: «Фотоколориметрическое определение хлорида кобальта»; «Фотоколориметрическое определение железа (III) в виде роданида»; Рефрактометрическое определение сахара в водном растворе»; «Определение содержания спирта в водном растворе».

### **ТЕМА 13. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (6 часов)**

#### ***Лекция (2 часа)***

Основы хроматографии на твердой неподвижной фазе. Газо-адсорбционная хроматография. Колоночный вариант жидкостно-адсорбционной хроматографии. Ионообменная хроматография. Иониты. Тонкослойная хроматография. Сорбенты. Растворители. Принципы хроматографии на жидкой неподвижной фазе. Газожидкостная и жидкостная адсорбционная хроматография (колоночный вариант).

#### ***Лабораторная работа (4 часа)***

Ионообменная хроматография. Сорбенты. Растворители.

Выполнение лабораторных работ: «Определение содержания меди (II) в растворе сульфата меди методом ионообменной хроматографии»; «Определение кальция методом ионного обмена»

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии: лекции (традиционная лекция с визуализацией, проблемная лекция с визуализацией – использование активных и интерактивных форм проведения (компьютерные презентации), практика (репродуктивные и исследовательские лабораторные работы), дискуссии (диалог), исследование (анализ конкретных ситуаций).

При организации самостоятельной работы занятий используются следующие образовательные технологии: исследование (подготовка письменных аналитических работ), активизация творчества (использование компьютерных технологий, информационный поиск), самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1 Организация самостоятельной работы студентов

Значительная доля материала переносится на самостоятельную работу, включающую:

- изучение ряда тем с использованием рекомендованных литературных источников;
- составление конспектов лабораторных работ;
- проверку усвоения материала на практических занятиях;
- проведение расчетов экспериментов;
- подготовка докладов и сообщений по темам занятий.

| Темы занятий                                                                                                     | Количество часов |                 |                | Содержание самостоят. работы               | Формы контроля СРС |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------|--------------------|
|                                                                                                                  | Всего            | Контакт. работа | Самост. работа |                                            |                    |
| ТЕМА 1. Теоретические основы аналитической химии                                                                 | 9                | 1               | 8              | Проработать материал лекции по данной теме | Собеседование      |
| ТЕМА 2. Закон действия масс и равновесие химических процессов. Некоторые положения теории растворов электролитов | 9                | 1               | 8              | Проработать материал лекции по данной теме | Собеседование.     |
| ТЕМА 3. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии                                             | 13               | 1               | 12             | Проработать материал лекции по данной теме | Собеседование.     |
| ТЕМА 4. Окислительно-восстановительные равновесия в химическом анализе                                           | 13               | 1               | 12             | Проработать материал лекции по данной теме | Собеседование..    |
| ТЕМА 5. Равновесия в комплексообразовании и их роль в аналитической химии                                        | 15               | 1               | 14             | Проработать материал лекции по данной теме | Собеседование..    |
| ТЕМА 6. Методы разделения и концентрирования веществ                                                             | 9                | 1               | 8              | Проработать материал лекции по             | Собеседование..    |

|                                                                                                                         |            |           |           |                                                                                                                               |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| в аналитической химии                                                                                                   |            |           |           | данной теме                                                                                                                   |                                                                               |
| ТЕМА 7. Предмет, задачи и методы качественного анализа<br>Качественный анализ катионов                                  | 22         | 16        | 6         | Проработать материал лекции по данной теме<br>Подготовка к лабораторной работе.<br>Оформление результатов лабораторных работ. | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и заданиям.                   |
| ТЕМА 8. Качественный анализ анионов и сухого вещества                                                                   | 18         | 12        | 6         |                                                                                                                               | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и заданиям.                   |
| ТЕМА 9.<br>Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.                                                | 18         | 12        | 6         |                                                                                                                               | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и заданиям.<br>Решение задач. |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                                                                           | <b>126</b> | <b>46</b> | <b>80</b> |                                                                                                                               |                                                                               |
|                                                                                                                         |            |           |           |                                                                                                                               |                                                                               |
| ТЕМА 10. Теоретические основы количественного анализа<br>Гравиметрический метод анализа                                 | 14         | 6         | 8         | Проработать материал лекции по данной теме<br>Подготовка к лабораторной работе.<br>Оформление результатов лабораторных работ. | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и заданиям.                   |
| ТЕМА 11. Теоретические основы физико-химических (инструментальных) методов анализа.<br>Электрохимические методы анализа | 19         | 10        | 9         | Проработать материал лекции по данной теме<br>Подготовка к лабораторной работе.<br>Оформление результатов лабораторных работ. | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и заданиям.                   |
| ТЕМА 12. Оптические методы анализа                                                                                      | 16         | 8         | 8         | Проработать материал лекции по данной теме                                                                                    | Собеседование.<br>Отчет по лабораторным работам и                             |

|                                               |            |           |            |                                                                                                                            |                                                          |
|-----------------------------------------------|------------|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                               |            |           |            | Подготовка к лабораторной работе. Оформление результатов лабораторных работ.                                               | заданиям. Доклады                                        |
| ТЕМА 13.<br>Хроматографические методы анализа | 14         | 6         | 8          | Проработать материал лекции по данной теме<br>Подготовка к лабораторной работе. Оформление результатов лабораторных работ. | Собеседование. Отчет по лабораторным работам и заданиям. |
| <b>ВСЕГО:</b>                                 | <b>90</b>  | <b>30</b> | <b>33</b>  |                                                                                                                            |                                                          |
| <b>ИТОГО:</b>                                 | <b>216</b> | <b>76</b> | <b>113</b> |                                                                                                                            |                                                          |

## 6.2 Организация текущего контроля и промежуточной аттестации

Проверка качества усвоения знаний проводится в устной и письменной форме. При изучении курса контроль осуществляется путем:

- устных опросов на практических занятиях;
- проверки выполнения индивидуальных письменных домашних заданий;
- сдачи отчетов по лабораторным работам;
- тестовый контроль.

Такой контроль дает преподавателю основание объективной оценки знаний студента при допуске к зачету.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ Тестовые задания № 1. ВАРИАНТ 1

1. В каком случае лучше удастся реакция на ион  $K^+$  с кобальтинитритом натрия ?  
1) в слабощелочной;      2) в нейтральной;      3) в водно-спиртовой;  
4) в кислой.
2. Какова процентная концентрация 6 н. раствора хлороводородной кислоты (пл.= 1,098 г/см<sup>3</sup>) ?  
1) 20,5%;      2) 19,94 %;      3) 10,25 %;      4) 30,00%.
3. Какова степень ионизации 0,01 М раствора циановодородной кислоты:  
1) 0,025;      2) 0,040;      3) 0,050;      4) 0,0002.

### ВАРИАНТ 2

1. Каким способом можно удалить ион аммония перед открытием ионов калия?  
1) нагреванием раствора;      2) действием щелочи;      3) прокаливанием солей;

4) подкислением раствора.

2. Сколько г 40% -ного раствора уксусной кислоты потребуется для приготовления 2л 0,05 н. раствора?

- 1) 10;      2) 15;      3) 20;      4) 25 г.

3. Как изменится степень ионизации 1 н. раствора азотистой кислоты при разбавлении водой в 5 раз?

1) увеличится в 2,2 раза;      2) уменьшится в 2,2 раза;      3) Увеличится в 3 раза;      4) не изменится.

#### ВАРИАНТ 3

1. Обработкой, каким реактивом при нагревании можно разделить хлориды свинца и ртути (I)?

- 1)  $\text{HNO}_3$ ;      2)  $\text{HCl}$ ;      3)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;      4)  $\text{H}_2\text{O}$ .

2. В 60 г воды растворено 20 мл 40%-ной фосфорной кислоты ( $\rho = 1,254 \text{ г/см}^3$ ). Чему равна масс. доля полученного раствора?

- 1) 15%;      2) 10%;      3) 11,8%;      4) 20,4%.

3. Какова концентрация (моль/л) раствора гидроксида аммония, при которой степень ионизации равна 4%?

- 1) 0,10;      2) 0,011;      3) 0,020;      4) 0,035.

#### ВАРИАНТ 4

1. Как можно отделить ион  $\text{Ba}^{2+}$  от  $\text{Sr}^{2+}$ ?

- 1) при помощи хромата калия;      2) при помощи уксусной кислоты;  
3) при помощи серной кислоты;      4) при помощи хромата калия и уксусной кислоты.

2. В 10 л воды растворено 3,65 г  $\text{HCl}$ . Какова концентрация (моль/л) ионов  $[\text{H}^+]$  в этом растворе?

- 1) 0,01;      2) 0,05;      3) 0,005;      4) 0,001.

3. Как изменится концентрация  $[\text{OH}^-]$  и степень диссоциации гидроксида аммония при добавлении к нему соли  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

- 1) Не изменится;      2) увеличится;      3) уменьшится.

#### ВАРИАНТ 5

1. В растворе какого вещества увеличивается растворимость  $\text{CaSO}_4$ ?

- 1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;      2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;      3)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;      4)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

2. В 10 л воды растворили 4,0 г  $\text{NaOH}$ . Какова концентрация  $\text{OH}^-$ -ионов в этом растворе?

- 1) 0,01;      2) 0,05;      3) 0,005;      4) 0,001.

3. Как изменится степень ионизации 6 М раствора гидроксида аммония при разбавлении водой в 10 раз?

1) уменьшится в 3,2 раза;      2) увеличится в 3,2 раза;      3) увеличится в 10 раз;      4) не изменится.

#### ВАРИАНТ 6

1. Во сколько раз уменьшится концентрация  $[\text{OH}^-]$  ионов в 0,1 н. растворе гидроксида аммония при прибавлении к нему 1,0 моль/л  $\text{NH}_4\text{Cl}$  :

1) в 75 раз;    2) в 500 раз;    3) в 750 раз;    4) в 1250 раз?

2. В каком из растворов ионная сила равна 0,09:

1) 0,01 моль  $\text{BaCl}_2$  + 0,1 моль  $\text{KNO}_3$ ;

2) 0,01 моль  $\text{HNO}_3$  + 0,1 моль  $\text{NaCl}$ ;

3) 0,01 моль  $\text{FeCl}_3$  + 0,01 моль  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ;

4) 0,01 моль  $\text{CaCl}_2$  + 0,1 моль  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

3. Если к раствору слабого электролита прибавить сильный электролит, не содержащий одноименный ион, то степень ионизации слабого электролита:

1) увеличится;    2) уменьшится;    3) не изменится;    4) не знаю.

## Тестовые задания № 2

### ВАРИАНТ 1

1. В 1 л раствора содержится 4,0 г  $\text{NaOH}$ .  $\text{pH}$  этого раствора равен:

1) 14;    2) 13;    3) 10;    4) 4;    5) 2,5

2. В 1 л раствора содержится 0,745 г  $\text{KCl}$ . Ионная сила этого раствора равна:

1) 0,745;    2) 1,49;    3)  $1 \cdot 10^{-2}$ ;    4)  $2 \cdot 10^{-2}$ ;    5)  $4 \cdot 10^{-2}$

3.  $K_{\text{дис.}}$  слабой одноосновной кислоты равна  $1 \cdot 10^{-7}$ . Значение  $\text{pH}$  0,1 н. раствора этой кислоты:

1) 1;    2) 6;    3) 7;    4) 8;    5) 4.

4. В 200 мл раствора содержится 33,0 г  $\text{K}_2\text{S}$  ( $M=110$ ).  $C_M$  этого раствора:

1) 0,33;    2) 1,0;    3) 0,5;    4) 1,665;    5) 16,65.

### ВАРИАНТ 2

1.  $\text{pH}$  0,0001 н. раствора  $\text{KOH}$  равен:

1) 0,0001;    2) 4;    3) 14;    4) 10;    5) 4.

2. В 1 л раствора содержится 0,865 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Ионная сила этого раствора равна:

1) 1;    2) 2;    3) 0,01;    4) 0,02;    5) 0.

3. Константа диссоциации слабого однокислотного основания равна  $1 \cdot 10^{-8}$ .  $\text{pH}$  0,01 н. раствора этого основания равен:

1) 2;    2) 8;    3) 9;    4) 10;    5) 5.

4. В 250 мл раствора содержится 41 г  $\text{CrCl}_2$  ( $M=123$ ).  $C_M$  этого раствора:

1) 0,33;    2) 1,33;    3) 0,5;    4) 1,0;    5) 0,25.

### ВАРИАНТ 3

1. В 1 л раствора содержится 0,63 г  $\text{HNO}_3$  ( $M=63$ ). Значение  $\text{pOH}$  равно:

1) 12;    2) 2;    3) -2;    4) -12;    5) 10.

2. Ионная сила 0,01 н. раствора соляной кислоты равна:

1) 0;    2) 0,01;    3) 0,02;    4) 1,0;    5) 2,0.

3.  $\text{pH}$  0,0001 н. раствора слабой одноосновной кислоты, имеющей  $K_D=1 \cdot 10^{-16}$ , равен:

1) 4;    2) 7;    3) 10;    4) 12;    5) 16.

4.  $C_M$  раствора, содержащего 10,5 г  $\text{NaF}$  ( $M=42$ ) в 250 мл, равна:

1) 10,5;    2) 0,1;    3) 1,0;    4) 4,0;    5) 0,25.

#### ВАРИАНТ 4

1. рОН раствора равен 7. Концентрация ионов  $[H^+]$  (моль/л) равна:  
1)  $10^7$ ; 2)  $10^{-7}$ ; 3) 7; 4) 0,7; 5)  $10^{-14}$ .
2. Ионная сила раствора, содержащего 0,001 моль/л HBr, равна:  
1)  $10^{-3}$ ; 2)  $4 \cdot 10^{-6}$ ; 3)  $1,4 \cdot 10^{-2}$ ; 4)  $1 \cdot 10^{-2}$ ; 5)  $5 \cdot 10^{-3}$ .
3.  $K_d$  однокислотного основания равно  $1 \cdot 10^{-5}$ . рН его 0,001 н. раствора равен:  
1) 2; 2) 4; 3) 5; 4) 6; 5) 10.
4.  $C_M$  раствора, содержащего 23 г глицерина ( $M = 92$ ) в 500 мл, равна:  
1) 0,25; 2) 0,75; 3) 0,5; 4) 1,0; 5) 2,0.

#### Тестовое задание №3

#### ВАРИАНТ 1

1. В растворе содержится 2,00 г/л едкого натра. Чему равен титр этого раствора по серной кислоте?  
1) 0,00032; 2) 0,00245; 3) 0,00023; 4) 0,02450
2. Раствор фосфорной кислоты (0,1 М) титруют раствором едкого натра с фенолфталеином ( $pT = 9$ ). Какие из приведенных веществ будут находиться в растворе в конечной точке титрования?  
1)  $Na_3PO_4 + NaOH$ , 2)  $Na_2HPO_4$ , 3)  $Na_3PO_4$ , 4)  $NaH_2PO_4$ .
3. Сколько г перманганата калия требуется для приготовления 2,5 л 0,1 н. раствора, если титрование проводят в кислой среде?  
1) 7,9 г; 2) 13,17 г; 3) 37,01 г; 4) 79,0 г.

#### ВАРИАНТ 2

1. Нормальность раствора  $KMnO_4$  в кислой среде равна 0,1 н. Какова нормальность этого раствора при применении его в нейтральной среде?  
1) 0,5 н.; 2) 0,6 н.; 3) 0,2 н.; 4) 0,05 н.
2. К 20,0 мл 0,175 н. раствора азотной кислоты добавили 35,0 мл едкого натра, титр которого 0,0040. рН этого раствора равен:  
1) 4,3; 2) 7,0; 3) 6,75; 4) 5,5.
3. Чему равен аналитический множитель, если при определении содержания серебра в руде определяемую форму перевели в весовую  $AgCl$ ?  
1) 0,75; 2) 1,5; 3) 0,45; 4) 0,85.

#### ВАРИАНТ 3

1. К 100 мл 0,01 н. раствора серной кислоты добавлено 99,9 мл 0,01 н. раствора едкого натра. рН этого раствора равен:  
1) 3,0; 2) 5,3; 3) 11,0; 4) 2,5.
2. Раствор фосфорной кислоты (0,1 М) титруют раствором едкого натра с метилоранжем ( $pT = 4,0$ ). Какие из приведенных веществ будут находиться в растворе в конечной точке титрования?

- 1)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH}$ ,      2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,      3)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,      4)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .
3. Сколько г дихромата калия следует взять для приготовления 500 мл 0,1 н. раствора ( $M = 294,2$ ) ?
- 1) 2,45;      2) 4,90;      3) 7,35;      4) 14,71

#### Тестовое задание №4

##### ВАРИАНТ 1

1. Для титрования взяли 100 мл 0,1 н. раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . В начальной точке титрования pH этого раствора равен:
- 1) 4,0;      2) 5,5;      3) 11,12;      4) 12,05.
2. Сколько г гидроксида натрия содержится в растворе, если на его нейтрализацию идет 20,00 мл 0,2210 М раствора серной кислоты?
- 1) 0,3536 г      2) 0,5223 г      3) 0,4560 г      4) 0,7072.
3. Азотная кислота 30,1%-ная имеет плотность 1,185 г/см<sup>3</sup>. Нормальность этой кислоты в реакциях окисления (если она восстанавливается до NO) равна:
- 1) 1,699 н.      2) 16,99 н.      3) 8,50 н.      4) 6,25 н.
4. Сколько г кристаллогидрата сульфата железа (II)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  нужно взять, чтобы на титрование его в кислой среде пошло 30,00 мл 0,05 н. раствора перманганата калия?
- 1) 0,417 г      2) 0,834 г      3) 1,20 г      4) 0,208 г.
5. Жесткость воды, содержащей в 1 л 0,6 г  $\text{CaCl}_2$ , равна:
- 1) 12,00      2) 10,81      3) 1,55      4) 3,85 ммоль экв /л.

##### ВАРИАНТ 2

1. Для титрования взяли 100 мл 0,1 н. раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . При добавлении к нему 50,00 мл 0,1 н. раствора HCl pH равен:
- 1) 9,24      2) 6,50      3) 10,45      4) 4,65.
2. Сколько фосфорной кислоты содержится в растворе, если на нейтрализацию ее с метиловым оранжевым пошло 25,50 мл 0,2 н. раствора гидроксида натрия?
- 1) 0,4998 г      2) 0,1630 г      3) 0,3260 г      4) 0,6520.
3. Концентрация раствора азотной кислоты в обменной реакции 0,1121 н. Ее нормальность как окислителя в реакции восстановления до NO равна:
- 1) 0,2242 н.      2) 0,3363 н.      3) 0,1121 н.      4) 0,4284 н.
4. Навеска 0,1133 г оксалата натрия титруется в кислой среде 20,7 мл перманганата калия. Нормальность перманганата равна:
- 1) 0,10 н.      2) 0,0817 н.      3) 0,055 н.      4) 0,1634 н.
5. Жесткость воды, в 1 л которой содержится 0,0242 г ионов  $\text{Mg}^{2+}$ , равна:
- 1) 1,99      2) 3,98      3) 0,20      4) 4,24.

##### ВАРИАНТ 3

1. Для титрования взяли 100 мл 0,1 н. раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . pH в точке эквивалентности при титровании 0,1 н. раствором HCl равен:
- 1) 2,30      2) 5,11      3) 7,0      4) 8,52

2. Сколько хлороводородной кислоты содержится в растворе, если на ее нейтрализацию идет 22,00 мл 0,1140 М раствора карбоната натрия?
- 1) 183,1 мг      2) 250,0 мг      3) 18,31 мг      4) 366,2 мг
3. Молярная концентрация для 0,101 н. раствора перманганата калия равна:
- 1) 0,10 М      2) 0,05 М      3) 0,02 М      4) 0,01 М
4. На титрование 25,00 мл раствора тиосульфата натрия затрачено 32,85 мл 0,0986 н. раствора иода. Сколько г тиосульфата содержится в 1 л раствора?
- 1) 10,50 г      2) 15,25 г      3) 32,14 г      4) 16,07 г
5. В 250 мл воды содержится 4,60 мг ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и 2,4 мг ионов  $\text{Mg}^{2+}$ . Общая жесткость воды равна:
- 1) 1,707      2) 3,504      3) 2,99      4) 5,35 ммоль экв/л

#### ВАРИАНТ 4

1. Для титрования взяли 100 мл 0,1 н. раствора NaOH. При добавлении к нему 101,00 мл 0,1 н. уксусной кислоты pH раствора равен:
- 1) 7,5      2) 8,8      3) 4,5      4) 12,0
2. Сколько карбоната натрия содержится в растворе, если на нейтрализацию его до угольной кислоты идет 23,00 мл 0,1020 н. раствора HCl?
- 1) 124,3 мг      2) 248,6 мг      3) 305,5 мг      4) 100,8 мг
3. Титр 0,101 н. раствора перманганата калия равен:
- 1) 0,005241      2) 0,003193      3) 0,00158      4) 0,002541 г/мл
4. На титрование раствора сульфата железа (II)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в кислой среде пошло 21,6 мл дихромата калия с титром, равным 0,00285 г/мл. Масса сульфата железа сульфата железа (II) в этом растворе равна:
- 1) 0,2540 г      2) 0,1909 г      3) 0,3818 г      4) 0,5003 г
5. На титрование 200 мл воды израсходовали 5,44 мл 0,09275 н. раствора HCl. Карбонатная жесткость воды равна:
- 1) 3,54      2) 4,12      3) 2,52      4) 1,65 ммоль экв/л

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проводится в форме зачета с оценкой в IV семестре и в форме экзамена в V семестре.

Теоретические вопросы билетов отражают весь объем изученного материала по данной дисциплине и направлены на выявление знаний студентов.

Экзамен по данной дисциплине предусматривает выставление оценки, характеризующей знания, умения и навыки студентов в области аналитической химии и физико-химических методов анализа.

#### Примерный перечень вопросов для зачета

1. Предмет, задачи и методы качественного и количественного анализа.
2. Системы качественного анализа. Аналитический сигнал. Требования к аналитическим реакциям.
3. Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Химическое равновесие. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона.
4. Основные положения ТЭД. Значение ТЭД в качественном анализе.
5. Взаимосвязь между концентрацией, константой и степенью диссоциации. Закон разбавления Оствальда.

6. Основные положения теории сильных электролитов. Активность, коэффициент активности. Ионная сила растворов.
7. Протолитическое равновесие в воде. Ионное произведение воды. pH растворов.
8. Протолитическая теория кислот и оснований.
9. ЗДМ и процессы гидролиза. Константа и степень гидролиза.
10. Буферные системы и использование их в химическом анализе.
11. Ионные равновесия в гетерогенных системах. Произведение растворимости.
12. Условия образования и растворения осадков малорастворимых электролитов.
13. Влияние одноименных и посторонних ионов на растворимость малорастворимых сильных электролитов. Солевой эффект.
14. Амфотерные гидроксиды и их использование в качественном анализе.
15. Окислительно-восстановительные системы. Потенциал ОВР (ЭДС).
16. Влияние различных факторов на значение окислительно-восстановительных потенциалов и ход ОВР.
17. Направление протекания ОВР. Глубина протекания ОВР.
18. Использование ОВР в качественном и количественном анализе.
19. Общая характеристика комплексных (координационных) соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы нестойкости и устойчивости КС.
20. Типы комплексных соединений, применяемых в аналитике. Значение КС в химическом анализе.
21. Титриметрический (объемный) анализ.
22. Метод нейтрализации. Индикаторы кислотно-основного титрования.
23. Титрование сильной кислоты сильным основанием и наоборот.
24. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
25. Титрование слабого основания сильной кислотой.

### ***Критерии оценки устного ответа на зачете***

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично<br>Зачтено           | Проявляет глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы, последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы, уверенно ориентируется в проблемных ситуациях, демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делает правильные выводы, проявляет творческий подход к пониманию, изложению и использованию программного материала, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой |
| Хорошо<br>Зачтено            | Показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы, дает полные ответы на вопросы экзаменационного билета, допуская некоторые неточности, правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций, демонстрирует хороший уровень освоения материала, в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой                                                                                                                                 |
| Удовлетворительно<br>Зачтено | Показывает знание основного материала, достаточное для предстоящей профессиональной деятельности, при ответе на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы не                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в изложении отдельных знаний, не проявляет творческого подхода к усвоению материала, не в полной мере способен применять теоретические знания к анализу практических ситуаций. Подтверждает освоение компетенций на минимально допустимом уровне |
| Неудовлетворительно<br>Не зачтено | Имеет существенные пробелы в знании программного материала, не способен последовательно и аргументировано его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на основные и дополнительные вопросы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой              |

### Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Гравиметрический анализ. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Преимущества и недостатки метода.
2. Физико-химические методы анализа. Классификация методов. Особенности и преимущества методов.
3. Оптические методы анализа. Фотометрические методы. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
4. Качественный и количественный фотометрический анализ. Светофильтры. Кривая светопоглощения.
5. Спектрофотометрия. Спектры поглощения. Аппаратура и применение метода в химическом анализе.
6. Люминесцентный анализ. Люминесценция различных веществ
7. в. Сущность анализа.
8. Атомно-абсорбционный анализ. Особенности метода. Спектры поглощения.
9. Рефрактометрический анализ. Показатель преломления и его зависимость от различных факторов. Идентификация веществ.
10. Поляриметрический анализ. Основы метода.
11. Электрохимические методы анализа. Классификация методов, их особенности.
12. Потенциометрический анализ. Потенциалы электродов. Уравнение Нернста.
13. Характеристика индикаторных электродов и электродов сравнения.
14. 30. Кривые потенциометрического титрования. Применение потенциометрического титрования для определения pH водных растворов.
15. Кондуктометрический анализ. Сущность метода. Электропроводимость электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводимость.
16. Классификация хроматографических методов. Хроматография на бумаге и в тонком слое.
17. Газовая и жидкостная хроматография. Особенности метода. Применение метода.
18. Ионообменная хроматография. Аниониты и катиониты. Применение метода.

### Критерии оценки устного ответа студента на экзамене

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично | Проявляет глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы, последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы, уверенно ориентируется в проблемных ситуациях, демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | ситуаций, делает правильные выводы, проявляет творческий подход к пониманию, изложению и использованию программного материала, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Хорошо              | Показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы, дает полные ответы на вопросы экзаменационного билета, допуская некоторые неточности, правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций, демонстрирует хороший уровень освоения материала, в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой                                                                                                |
| Удовлетворительно   | Показывает знание основного материала, достаточное для предстоящей профессиональной деятельности, при ответе на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в изложении отдельных знаний, не проявляет творческого подхода к усвоению материала, не в полной мере способен применять теоретические знания к анализу практических ситуаций. Подтверждает освоение компетенций на минимально допустимом уровне |
| Неудовлетворительно | Имеет существенные пробелы в знании программного материала, не способен последовательно и аргументировано его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на основные и дополнительные вопросы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой                                                                                                                                                                                          |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Основная литература

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : в 2 т. : [учебник] / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2014. - (Бакалавриат) (Высшее образование. Химические технологии). - 351 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : в 2 т. : [учебник] / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2014. - (Бакалавриат) (Высшее образование. Химические технологии). - 411 с.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия [Текст] : Качественный анализ. Титриметрия : сборник упражнений : учеб. пособие / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 238 с.

### Дополнительная литература

1. Основы аналитической химии [Текст] : в 2 кн. : [учебник для вузов] / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2002. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / [Т. А. Большова и др.]. - 351 с.
2. Основы аналитической химии [Текст] : в 2 кн. : [учебник для вузов] / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2002. Кн. 2 : Методы химического анализа / [Н. В. Алов и др.]. - 493 с.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика [Текст] : в 2 кн. : [учебник для фармацевт.инехим. спец. вузов] / Ю. Я. Харитонов. - Москва : Высшая школа, 2001. Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ. - 614 с.

3. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.И. Апарнев [и др.].—Электрон. текстовые данные.—Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. 104 с.—Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44656.html>.
4. Трифонова А.Н. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие/ Трифонова А.Н., Мельситова И.В.—Электрон. текстовые данные.—Минск: Вышэйшая школа, 2013.—161 с.—Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24051.html>

#### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Лекционная аудитория – 412А.
- Компьютер (ноутбук).
- Мультимедиапроектор.
- Презентации к лекциям и практическим занятиям.
- Лаборатория для проведения лабораторного практикума – 401А; 403А; 404А
- Методические разработки для проведения лабораторных работ.
- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, таблица растворимости
- Химические реактивы и посуда, лабораторное оборудование для проведения лабораторного практикума