

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра химии**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР и КО

\_\_\_\_\_Льянова С.А.

« 29 » июня 2023 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 06.03.01 Биология

**Программа:** академический бакалавриат

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2023**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются:

- изучение студентами основ аналитической химии для использования в профессиональной деятельности;
- формирование у студентов специального типа химического мышления;
- осознание роли химии в процессе охраны окружающей среды.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений; изучается во 2 семестре. Предлагаемый курс поможет студентам иметь представление об особенностях объектов анализа, а также овладеть методологией выбора методов анализа и приобрести навыки их применения.

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Аналитическая химия» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

| Код дисциплины | Дисциплины, предшествующие дисциплине «Аналитическая химия» | Семестр |
|----------------|---|---------|
| Б1.О.15.03     | Общая химия   | 1       |

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Аналитическая химия» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

| Код дисциплины | Дисциплины, последующие за дисциплиной «Аналитическая химия» | Семестр |
|----------------|--|---------|
| Б1.Б.9.2       | Органическая химия   | 3       |
| Б1.Б.16.3      | Биохимия   | 4       |

**В результате освоения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- место аналитической химии в системе наук; существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физико-химических и физических);
- 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.

#### **Уметь:**

- характеризовать химические свойства катионов аналитических групп;
- использовать методику проведения характерных реакций в лаборатории.

#### **Владеть:**

- навыками безопасной работы в химической лаборатории, взвешивания, измерения объемов и плотностей жидкостей; определения pH растворов;
- методикой приготовления растворов с заданной концентрацией;
- методами качественного химического анализа; количественного (объемного) химического анализа; анализа кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств веществ;
- работы с химической посудой;
- работы с техническими и аналитическими весами.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

| <b>Наименование категории (группы) УК</b> | <b>Код, наименование универсальной компетенции</b>   | <b>Код, наименование индикатора достижения универсальной компетенции</b>  |
|---|--|---|
| <b>Системное и критическое мышление</b>   | <b>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b> | <b>УК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;   |
|   |  | <b>УК-1.2.</b> Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;  |
|   |  | <b>УК-1.3.</b> Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;   |
|   |  | <b>УК-1.4.</b> При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения; |
|   |  | <b>УК-1.5.</b> Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Разработка и реализация программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов | ОПК-6. Способен использовать базовые знания в области математики, физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной и социальной деятельности, нести ответственность за свои решения | ОПК-6.1. Применяет основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, знает актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований; |
|   |  | ОПК-6.2. Использует навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности;  |
|   |  | ОПК-6.3. Использует методы статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.   |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы            | Всего часов | 2 семестр |
|-------------------------------|-------------|-----------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 108         | 108       |
| Аудиторные занятия            | 46          | 46        |
| Лекции                        | 16          | 16        |
| Лабораторные занятия          | 30          | 30        |
| Самостоятельная работа        | 62          | 62        |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

| №№ п/п | Раздел дисциплины | Сем. | Виды учебной работы, включая самос- | Формы текущ. |
|--------|-------------------|------|-------------------------------------|--------------|
|--------|-------------------|------|-------------------------------------|--------------|

|     |   |   |  | тотальную работу студентов |           |           | контр. успеv. |
|-----|---|---|--|----------------------------|-----------|-----------|---------------|
|     |   |   |  | лекц.                      | лаб. раб. | сам. раб. |               |
| 1.  | Введение в аналитическую химию.   | 2 |  | 1                          | -         | 4         |               |
| 2.  | Качественный анализ. Классификация катионов и анионов. Первая аналитическая группа катионов.                            | 2 |  | 1                          | 3         | 4         |               |
| 3.  | Вторая аналитическая группа катионов.   | 2 |  | 1                          | 3         | 4         |               |
| 4.  | Третья аналитическая группа катионов.   | 2 |  | 1                          | 3         | 6         | к.р. 1        |
| 5.  | Четвертая аналитическая группа катионов.  | 2 |  | 1                          | 3         | 4         |               |
| 6.  | Пятая аналитическая группа катионов.  | 2 |  | 1                          | 3         | 4         |               |
| 7.  | Шестая аналитическая группа катионов.   | 2 |  | 1                          | 3         | 6         | к.р. 2        |
| 8.  | Анионы. Анализ раствора неизвестной соли.   | 2 |  | 1                          | 4         | 6         | к.р. 3        |
| 9.  | Классификация методов количественного анализа. Гравиметрический (весовой) метод анализа.                                | 2 |  | 2                          | 2         | 6         | коллокви      |
| 10. | Титриметрический метод анализа. Метод кислотно-основного титрования. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. | 2 |  | 2                          | 2         | 6         | тесты         |
| 11. | Метод окислительно-восстановительного титрования.   | 2 |  | 2                          | 2         | 6         |               |
| 12. | Метод осаждения и комплексообразования.   | 2 |  | 2                          | 2         | 6         | коллокви      |
|     | <b>Итого:</b>   |   |  | <b>16</b>                  | <b>30</b> | <b>62</b> |               |

## 5.2. Содержание дисциплины «Аналитическая химия»

**Введение.** Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия; метод анализа вещества, методика анализа, качественный химический анализ, количественный химический анализ, элементный анализ, функциональный анализ, молекулярный анализ, фазовый анализ. Основные разделы современной аналитической химии. Краткий исторический очерк развития аналитической химии. Применение методов аналитической химии в фармации. Фармацевтический анализ. Фармакопейные методы.

Аналитические признаки веществ и аналитические реакции; типы аналитических реакции и реагентов. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, обнаруживаемый (открываемый) минимум, показатель чувствительности) .

**Общие теоретические основы аналитической химии. Применение некоторых положений теории растворов электролитов и закона действующих масс в аналитической химии.**

Сильные и слабые электролиты. Концентрация ионов в растворе;

способы выражения концентрации. Активность электролитов, ионов; коэффициент активности. Ионная сила (ионная крепость) раствора; влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности (индивидуальные, среднеионные) ионов. pH водных растворов электролитов.

Применение закона действующих масс в аналитической химии. Основные типы равновесия, применяемых в аналитической химии. Константа химического равновесия (истинная термодинамическая, концентрационная) .

Гетерогенные равновесия в системе осадок - насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии.

Способы выражения растворимости малорастворимых электролитов. Произведение растворимости (произведение активности) малорастворимого электролита. Условие образования осадков малорастворимых электролитов. Влияние добавок посторонних электролитов на растворимость малорастворимых электролитов (влияние добавок электролитов с одноименным ионом, влияние добавок постороннего (индеферентного) электролита). Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение. Дробное осаждение. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие.

### ***Кисотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.***

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

Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу.

Буферные системы (растворы); значения pH буферных растворов, буферная емкость, буферное действие. Использование буферных систем в фармацевтическом анализе.

### ***Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии***

Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные электроды. Потенциалы окислительно-восстановительных электродов (реальные, стандартные, формальные); условные (относительные) окислительно-восстановительные потенциалы. Потенциал реакции (электродвижущая сила - ЭДС реакции). Направление протекания окислительно-восстановительной реакции. Влияние концентраций реагентов, pH среды, температуры, присутствия индифферентных ионов на значения окислительно-восстановительных реакций.

Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций.

Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии, в фармацевтическом анализе.

### ***Равновесия комплексообразования и их роль в аналитической химии***

Общая характеристика комплексных (координационных) соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и неустойчивости (неустойчивости) комплексных соединений (полные (общие), ступенчатые, концентрационные, истинные термодинамические). Понятие о побочных реакциях и об активной доле лигандов. Условные константы устойчивости и неустойчивости (неустойчивости) комплексных соединений. Влияние различных факторов на комплексообразование в растворах (pH среды, концентраций реагентов, добавок посторонних ионов, образующих малорастворимые соединения с ионом металла-комплексообразователя, ионной силы раствора, температуры).

### ***Применение органических реагентов в аналитической химии***

Реакции, основанные на образовании комплексных соединений. Функционально-аналитические группы в лигандах. Критерии применения внутрикомплексных соединений в аналитической химии (малая растворимость, наличие характерной интенсивной окраски, высокая устойчивость). Примеры использования хелатных комплексных соединений в хи-

мическом анализе. Типичные циклообразующие органические лиганды (дитион, диметилглиоксим, 1-нитрозо-2-нафтол и др.)

Реакции без участия комплексных соединений. Образование окрашенных соединений с обнаруживаемыми ионами (открываемыми веществами). Образование органических соединений, обладающих специфическими свойствами (запах, окрашивание пламени горелки и др.). Использование органических соединений в качестве индикаторов.

### ***Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии***

Некоторые основные понятия (разделение, концентрирование, коэффициент (фактор) концентрирования). Классификация методов разделения и концентрирования (методы испарения, озоление, осаждение, соосаждение, кристаллизация, экстракция, избирательная адсорбция, электрохимические и хроматографические методы).

### ***Хроматографические методы анализа.***

Хроматография, сущность метода. Классификация хроматографических методов анализа: по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике эксперимента, по способу относительного перемещения фаз.

Адсорбционная Хроматография. Тонкослойная Хроматография (ТСХ). Сущность метода ТСХ. Коэффициент подвижности, относительный коэффициент подвижности, степень (критерий) разделения, коэффициент разделения. Материалы и растворители, применяемые в методе ТСХ.

Распределительная Хроматография. Хроматография на бумаге (бумажная хроматография). Осадочная хроматография. Понятие о ситовой хроматографии. Гель-Хроматография.

**Качественный химический анализ.** Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический; макро-, полумикро-, микро-, ультромикроанализ).

Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые).

Использование качественного химического анализа в фармации.

### ***Качественный анализ катионов и анионов***

Аналитическая классификация катионов по группам (сульфидная или сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная). Ограниченность любой классификации катионов.

Кислотно-основная классификация катионов по группам. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.

Аналитическая классификация анионов (по способности к образованию малорастворимых соединений по окислительно-восстановительным свойствам). Ограниченность любой классификации анионов. Аналитические реакции анионов различных аналитических групп. Методы анализа смесей анионов различных групп.

Анализ смесей катионов и анионов.

Применение физических и физико-химических методов для идентификации веществ в качественном анализе. Понятие о применении оптических, хроматографических, электрохимических методов в качественном анализе.

**Количественный анализ.** Классификация методов количественного анализа (химические, физико-химические, биологические).

Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Роль и значение количественного анализа в фармации.

### ***Гравиметрический анализ.***

Основные понятия гравиметрического анализа. Основные этапы гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости.

Понятие о теории образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.

Примеры гравиметрических определений.

### ***Химические титриметрические методы анализа.***

Титриметрический анализ (титриметрия). Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе, стандартные вещества, титранты.

Типовые расчеты в титриметрическом анализе (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчета (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент). Расчет массы стандартного вещества, 'необходимой для приготовления титранта. Расчет концентрации титранта при его стандартизации. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования.

Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование.

Виды (приемы) титрования, применяемые в титриметрическом анализе - прямое, обратное, косвенное. Способы определения отдельных навесок, аликвотных частей. Методы установления конечной точки титрования - визуальные, инструментальные.

### ***Кислотно-основное титрование***

Сущность метода. Основные реакции и титранты метода. Типы кислотно-основного титрования - ацидиметрия, алкалиметрия.

Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к индикаторам. Ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теория индикаторов кислотно-основного титрования. Интервал изменения окраски индикатора. Классификация индикаторов (по способу приготовления, применения, по цветности, по механизму процессов взаимодействия с титрантом, по составу). Примеры типичных индикаторов кислотно-основного титрования.

Кривые кислотно-основного титрования. Расчет, построение и анализ типичных кривых титрования для случаев титрования сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью; сильного, слабого основания сильной кислотой. Выбор индикаторов по кривой титрования.

Титрование полипротонных кислот.

Ошибки кислотно-основного титрования (ошибки, обусловленные физическими измерениями; индикаторные ошибки; концентрационные индикаторные ошибки; солевые ошибки, их расчет и устранение.

### ***Окислительно-восстановительное титрование***

Сущность метода. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное) и расчеты результатов титрования.

Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы (обратимые и необратимые), интервал изменения окраски индикатора. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе - дифениламин, п-фенилантрахинон, ферроин и др.

Кривые окислительно-восстановительного титрования: расчет, построение, анализ. Выбор индикатора на основании анализа кривой титрования.

Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования, их происхождение, расчет, устранение.



**Перманганатометрическое титрование.** Сущность метода. Условия проведения титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Установление конечной точки титрования. Применение перманганатометрии.

**Дихроматометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант, его приготовление. Определение конечной точки титрования. Применение дихроматометрии.

**Йодометрическое титрование** для определения восстановителей прямым титрованием. Сущность метода. Титрант (стандартный раствор йода), его приготовление, стандартизация, его приготовление, стандартизация, хранение. Условия проведения титрования, определение конечной точки титрования. Применение метода.

**Йодометрическое титрование** для определения окислителей заместительным титрованием. Сущность метода. Титрант (стандартный

раствор тиосульфата натрия), его приготовление, стандартизация. Применение метода.

**Хлорйодометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Условия проведения титрования. Применение хлорйодометрии.

**Иодатометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Определение конечной точки титрования. Применение иодатометрии.

**Броматометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Условия проведения титрования, определение конечной точки титрования. Применение броматометрии.

**Бромометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление. Применение бромометрии. Бромид-броматометрия.

**Нитритометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода - внешние и внутренние. Применение нитритометрии.

**Цериметрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Применение цериметрии.

**Комплексиметрическое титрование** Сущность метода. Требования к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов и их применение.

**Комплексонометрическое титрование.** Понятие о комплексонатах металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Сущность метода комплексонометрического титрования. Кривые титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования - устойчивость комплексонов, концентрация ионов металла, pH раствора. Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам; интервал изменения окраски индикаторов; примеры металлохромных индикаторов (эриохромовый черный Т, ксиленоловый оранжевый, мурексид и др.). Выбор металлохромных индикаторов.

Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Виды (приемы) комплексонометрического титрования - прямое, обратное, заместительное. Ошибки метода, их происхождение, расчет, устранение. Применение комплексонометрии.

**Меркуриметрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода. Применение меркуриметрии.

**Осадительное титрование.**

Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента, взаимодействующего с определяемыми веществами - аргентометрия, тиоцианатометрия, меркурометрия, гексацианоферратометрия, сульфато-метрия, бариметрия. Виды осадительного титрования - прямое, обратное. Кривые осадительного титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.)

Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные. металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов.

**Аргентометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Разновидности методов аргентометрии (метод Гей-Люссака, Мора, Фаянса-Фишера-Ходакова, Фольгарда).

Применение аргентометрии.

**Тиоцианатометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикатор метода. Применение тиоцианатометрического титрования.

**Ртутнометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовления, стандартизация. Индикатор метода. Применение ртутнометрии.

**Гексацианоферратометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикация конечной точки титрования. Применение гексацианоферратометрии.

**Сульфатометрическое титрование.** Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода. Способ проведения титрования. Применение сульфатометрии.

Ошибки осадительного титрования. Их происхождение, расчет, устранение.

**Титрование в неводных средах.**

Ограничение возможностей методов титрования в неводных средах. Сущность метода кислотно-основного титрования в неводных средах.

Классификация растворителей, применяемых в неводном титровании (протонные, апротонные). Влияние природы растворителя на силу (кислотность, основность) растворенного протолита (нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей, диэлектрическая проницаемость растворителя). Полнота протекания реакций в неводных растворителях. Факторы, определяющие выбор протолитического растворителя.

Применение кислотно-основного титрования в неводных средах (определение слабых кислот, слабых оснований).

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается заложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

На лекциях используются в качестве демонстрационного материала Периодическая система элементов Д. И. Менделеева и ряд других справочных таблиц.

При изучении свойств отдельных химических соединений и химических процессов предусматривается постановка лекционных демонстрационных опытов.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

Перед очередной лекцией, как правило, практикуются «летучки» по материалу предыдущей лекции. Это позволяет определить степень усвоения изложенного ранее материала. Для более основательной оценки усвояемости теоретического материала студентами используются тесты, а также традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При прохождении лабораторного практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание (лабораторные опыты) из лабораторного практикума по общей и неорганической химии. Процесс выполнения лабораторных опытов осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой лабораторный журнал, где записывает результаты опытов, наблюдения, составляет уравнения

реакций химических процессов, если нужно производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной лабораторной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение тестового метода «защиты».

Групповая работа в химической лаборатории стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитывается два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

В лабораторном практикуме при выполнении отдельных опытов используется метод проблемного обучения: студент получает задание на химический процесс, методику которого он должен подобрать самостоятельно, исходя из имеющихся реактивов, обсудить ее с преподавателем и затем приступить к его выполнению.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Лекционные занятия проводятся 1 раз в неделю в объеме 2 часов во втором семестре. Лабораторные занятия проводят еженедельно в объеме 2 часов в неделю. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

### **7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:**

1. Золотов Ю.А. и др. Основы аналитической химии. – М.ВШ, 2009. Кн.1.
2. Петрухин О.М. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – М.: Химия, 2008.

### **7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Таблица 7.1.**

#### **Содержание самостоятельной работы обучающихся**

| <i><b>Номер раздела (темы)</b></i> | <i><b>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</b></i> | <i><b>Кол-во часов</b></i> | <i><b>Формы работы</b></i> |
|------------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| 1.                                 | Введение в аналитическую химию.                                   | 4                          | собеседование,             |

|     |   |   |                                  |
|-----|---|---|----------------------------------|
| 2.  | Качественный анализ. Классификация катионов и анионов. Первая аналитическая группа катионов.                            | 4 | собеседование, тестовый контроль |
| 3.  | Вторая аналитическая группа катионов.   | 4 | собеседование, тестовый контроль |
| 4.  | Третья аналитическая группа катионов.   | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 5.  | Четвертая аналитическая группа катионов.  | 4 | собеседование, тестовый контроль |
| 6.  | Пятая аналитическая группа катионов.  | 4 | собеседование, тестовый контроль |
| 7.  | Шестая аналитическая группа катионов.   | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 8.  | Анионы. Анализ раствора неизвестной соли.   | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 9.  | Классификация методов количественного анализа. Гравиметрический (весовой) метод анализа.                                | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 10. | Титриметрический метод анализа. Метод кислотно-основного титрования. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 11. | Метод окислительно-восстановительного титрования.   | 6 | собеседование, тестовый контроль |
| 12. | Метод осаждения и комплексообразования.   | 6 | собеседование, тестовый контроль |

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

#### Часть 2. Аналитическая химия

1. По каким принципам объединяют вещества в аналитические группы? Групповые реагенты и группы катионов в кислотно-основном методе анализа.

2. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов:  $Pb^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).

3. Можно ли действием дихромата калия в кислой среде окислить  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$  до  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_2$  до  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ . Написать уравнения протекающих реакций с помощью электронно-ионного метода.
4. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
5. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
6. Смесь сухих солей: нитрат ртути (I), хлорид хрома (III), нитрат цинка растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в растворе катионов.
7. Составьте уравнения реакций в ионном виде, происходящие при действии иодида калия на раствор, содержащий: а)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , б)  $\text{CuCl}_2$ , в)  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ .
8. Смесь сухих солей: нитрат серебра, нитрат ртути (II), хлорид хрома (III), нитрат марганца (II), нитрат свинца растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
9. Смесь сухих солей: нитрат серебра, хлорид бария, нитрат хрома (III), хлорид сурьмы (III) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
10. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом, если на раствор, содержащий а) ионы  $\text{Cr}^{3+}$ , подействовать пероксидом водорода в щелочной среде, б) ионы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , подействовать пероксидом водорода в кислой среде.
11. Смесь сухих солей: сульфат калия (недостаток), хлорид аммония, нитрат стронция, хлорид кальция, хлорид бария растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
12. Смесь сухих солей: сульфат калия, хлорид аммония, нитрат стронция, хлорид кальция, хлорид бария растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
13. Смесь сухих солей: карбонат калия, хлорид хрома (III), хлорид железа (III), нитрат меди (II) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов и анионов.
14. Смесь сухих солей: хлорид сурьмы (III), нитрат висмута, нитрат свинца (II), хлорид марганца (II), хлорид меди (II) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа и уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
15. Рассчитать константу гидролиза, степень гидролиза и pH в 0,09 М растворе бромида аммония. Выведите формулы для расчета.
16. В 12 л воды растворили 0,01 г бромида калия и прибавили 1 мл 0,1 М раствора нитрата серебра. Будет ли образовываться осадок бромида серебра?

17. Рассчитать молярную растворимость (моль/л) и массовую растворимость (г/л) фосфата бария в 0,025 М растворе фосфата натрия.
18. Образуется ли осадок сульфата свинца, если к насыщенному раствору хлорида свинца прибавить равный объем 0,2 М раствора серной кислоты.
19. Выпадет ли осадок сульфата бария, если смешать 0,15 мл 0,1 М раствора сульфата натрия и 2 мл 0,001 М раствора хлорида бария?
20. Рассчитать сколько молей серебра находится в 500 мл насыщенного раствора хромата серебра.
21. Рассчитать молярную (моль/л) и массовую (г/л) растворимость сульфата кальция.
22. Чему равна концентрация ионов водорода в 0,05 М растворе бензойной кислоты? Во сколько раз присутствие 0,1 М бензоата натрия понижает эту концентрацию?
23. Образуется ли осадок сульфата стронция, если к 0,2 М раствору хлорида стронция прибавить равный объем сульфата кальция?
24. Рассчитайте произведение растворимости свежееосажденного гидроксида магния  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , если в 500 мл его насыщенного раствора содержится  $1,55 \cdot 10^{-2}$  г этого соединения.

Ответ:  $6,01 \cdot 10^{-10}$ .

25. Какая масса свинца (в г) содержится в 1 л насыщенного водного раствора сульфата свинца  $\text{PbSO}_4$ , если его произведение растворимости равно  $1,6 \cdot 10^{-8}$ .

Ответ:  $2,61 \cdot 10^{-2}$  г.

26. Сколько граммов фосфата бария растворится в 100 мл 0,2 М раствора фосфата натрия?
27. Будет ли образовываться осадок сульфата кальция, если к 0,1 М раствору хлорида кальция добавить равный объем 0,1 М раствора серной кислоты?
28. В 1 л воды растворяется 0,04892 г йодата серебра. Рассчитать ПР йодата серебра.
29. К 20 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты добавили 40 мл 0,05 М раствора гидроксида аммония. Рассчитать pH полученного раствора.
30. Рассчитать концентрацию ионов водорода, pH, степень диссоциации в растворе 0,2 М уксусной кислоты.
31. Рассчитайте pH водного 0,36%-го раствора хлороводородной кислоты  $\text{HCl}$ . Плотность раствора принять равной единице.

Ответ: 1,09.

32. Рассчитайте pH водного 0,33%-го раствора азотной кислоты  $\text{HNO}_3$ . Плотность раствора принять равной единице.

Ответ: 1,35.

### *Примерный комплект заданий для контрольных работ*

#### **Качественный анализ**

**Тема: Вычисления в аналитической химии. Чувствительность аналитических реакций. Способы выражения концентрации растворов**

#### **Вариант 1**

1. Истинное значение массы осадка равно 1,3458 г. При измерении получено значение 1,3582. Определить абсолютную и относительную погрешность измерения.

2. Предельное разбавление ионов алюминия при микрокристаллоскопическом открытии равно 150 000 мл/г, минимальный объем исследуемого раствора равен 0,06 мл. Вычислить открываемый минимум.

3. В каком объеме воды надо растворить 2 моль гидроксида натрия, чтобы получить 20-% раствор?

4. Сколько миллилитров 0,2 м раствора можно приготовить из 250 мл раствора соляной кислоты, имеющего титр 0,03650 г/мл?

5. Сколько граммов дихромата калия надо взять для приготовления 200 мл раствора, имеющего титр 0,004904 г/мл, если этот раствор используют как окислитель?

### **Вариант 2**

1. Определить относительную погрешность измерения массовой доли (в %) серы в угле, если вместо 3,12 % получено 3,05 %.

2. Предельное разбавление ионов кальция в растворе равно 50 000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов кальция действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум.

3. В 270 мл воды растворено 30 г хлорида натрия. Какова массовая доля растворенного вещества (в %)?

4. Сколько граммов перманганата калия надо взять для приготовления 2 л 0,5 н раствора, если данный раствор используют в кислой среде?

5. Рассчитать титр и нормальную концентрацию раствора соды, если в 250 мл воды растворили 5,3 г безводной  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

### **Тема: Закон действия масс как основа качественного анализа**

#### **Вариант 1**

1. Вычислить концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{CN}^-$  в 0,1 м растворе, если  $K_{\text{HCN}} = 7,2 \cdot 10^{-10}$ .

2. Вычислить ионную силу и активность ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,01 м растворе  $\text{NaCl}$ .

3. Сколько молей уксусной кислоты следует добавить к 1 л 1 н раствора ацетата натрия, чтобы раствор стал нейтральным?

4. Определить pH буферного раствора, содержащего 1,1 м гидроксида аммония и 1,1 м хлорида аммония.

5. Вычислите произведение растворимости хромата серебра  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , зная, что в 100 мл насыщенного раствора его содержится 0,002156 г.

6. Определить константу и степень гидролиза соли фосфата калия по третьей ступени и pH 0,12 м раствора этой соли.

#### **Вариант 2**

1. Вычислить степень ионизации 0,1 м раствора  $\text{HCN}$ .

2. Сколько молей кристаллического ацетата калия необходимо растворить в 100 мл 0,0375 м раствора уксусной кислоты, чтобы получить pH раствора, равный 5,43?

3. Вычислить растворимость оксалата кальция, если произведение растворимости его равно  $2,57 \cdot 10^{-9}$ .

4. Буферная система содержит 0,1 м муравьиной кислоты и 0,1 м формиата калия. Определить pH.

5. Рассчитать степень гидролиза соли первой ступени и pH 0,02 н раствора сульфида аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

6. Как полно будет осажден хромат-ион в виде хромата свинца  $\text{PbCrO}_4$  к моменту выпадения осадка сульфата свинца?

### **Тема: Окислительно-восстановительные (редокс) процессы**

#### **Вариант 1**

1. К раствору, содержащему ионы  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{S}_2^{2-}$ , добавили хлорной воды. Какие изменения можно наблюдать? Написать уравнения реакций и обосновать направление их (среда кислая).

2. Рассчитать редокс-потенциал перманганат-ионов при концентрациях  $[\text{MnO}_4^-] = 0,1$  моль/л,  $[\text{Mn}^{2+}] = 0,01$  моль/л и при pH раствора, равном 7.

3. Написать уравнение и подобрать коэффициенты реакции окисления сульфида мышьяка  $\text{As}_2\text{S}_3$  концентрированной азотной кислотой  $\text{HNO}_3$ , которая при этом превращается в оксид азота  $\text{NO}_2$ .

4. Можно ли сульфат хрома  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  окислить азотной кислотой  $\text{HNO}_3$  в  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ?

5. Написать уравнение реакции и подобрать коэффициенты процесса окисления сульфида железа разбавленным раствором азотной кислоты, если продукты реакции  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

### Вариант 2

1. В каком направлении будет протекать реакция, если смешать равные объемы растворов солей одинаковых концентраций (1 моль/л) хлорида железа (III) и хлорида железа (II), хлорида олова (IV) и хлорида олова (II).

2. Вычислить редокс-потенциал в растворе, в котором содержится  $[\text{MnO}_4^-] = 1$  моль/л,  $[\text{Mn}^{2+}] = 1$  моль/л и  $[\text{H}^+] = 10^{-1}$  моль/л.

3. Написать уравнение реакции пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$  с  $\text{Cr}^{3+}$  в щелочной среде. Подобрать коэффициенты, считая, что  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ .

4. Можно ли провести реакцию окисления  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  в  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , действуя  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ?

5. Написать уравнение реакции окисления щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  раствором перманганата калия.

### Тема: Комплексообразование

#### Вариант 1

1. Определить концентрацию ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3$  и степень ионизации комплексного иона в 1 м растворе соли  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ .

2. Рассчитайте, образуется ли осадок  $\text{FeS}$ , если к 0,2 м раствору комплексного соединения состава  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  добавить равный объем 0,02 м раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ .

3. Сколько граммов  $\text{AgCl}$  растворится в 1 л 1 м раствора аммиака?

4. Какова начальная концентрация (моль/л) раствора  $\text{KCN}$ , в 2 мл которого растворили 18,8 мг бромида серебра и при этом образовался комплексный ион  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ?

5. Произойдет ли разрушение комплекса, если к 0,2 м раствору соли состава  $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$  прилить равный объем 0,2 м раствора иодида калия? Ответ подтвердите расчетом.

#### Вариант 2

1. К 0,2 м раствору  $\text{CuSO}_4$  добавили равный объем 2 м раствора аммиака. Вычислить концентрацию иона  $\text{Cu}^{2+}$ , если считать, что в растворе образуются комплексные ионы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

2. Образуется ли осадок сульфида кадмия, если к раствору 0,1 м  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$  добавить сульфид-ион, концентрация которого составляет  $2 \cdot 10^{-6}$  моль/л?

3. Вычислить начальную концентрацию (моль/л) аммиака, необходимую для растворения 2,86 мг  $\text{AgCl}$ , находящегося в 2 мл воды.

4. Вычислить растворимость  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  в 1 л 1 м раствора  $\text{NH}_3$ , если в растворе образуются только комплексные ионы  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

5. Вычислить растворимость (моль/л)  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в 1 л 0,05 м раствора аммиака, если образуются только комплексные ионы  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ .

### Количественный анализ

#### Тема: Гравиметрический анализ

##### Вариант 1

1. Сколько миллилитров 10 %-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,049$ ) требуется для растворения 0,7500 г  $\text{BaCO}_3$ ?

2. Сколько граммов  $\text{BaSO}_4$  перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл (0,2 л) дистиллированной воды?

3. Какую навеску нитрата серебра необходимо взять для анализа содержания серебра, если его осаждают в виде  $\text{AgCl}$ ?

4. Какой объем 1,5 н  $\text{HCl}$  с 200 %-ным избытком потребуется, чтобы растворить 0,2 г железа?

5. Сколько литров воды потребуется для растворения при комнатной температуре 3 г  $\text{BaCO}_3$ , если произведение растворимости этой соли равно  $8,1 \cdot 10^{-9}$ ?



## Вариант 2

1. Рассчитать, сколько миллилитров 2 н раствора серной кислоты надо взять для осаждения бария из навески 0,5234 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
2. Сколько граммов  $\text{BaSO}_4$  перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл (0,2 л) жидкости, содержащей  $10^{-3}$  моль серной кислоты?
3. Вычислить навеску карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ , необходимую для получения осадка  $\text{CaO}$  массой 0,3 г.
4. Какой объем раствора, содержащего 200 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 1 л, следует взять, чтобы растворить 0,5 г цинка?
5. Какова будет потеря от растворимости  $\text{BaSO}_4$  в 200 мл раствора при осаждении бария избытком  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 0,001 моль/л?

## Тема: Титриметрический (объемный) анализ

### Вариант 1

1. В 250 мл воды растворили 0,3180 г хлорида натрия. Рассчитать титр и нормальную концентрацию полученного раствора.
2. 20 мл раствора хлорида калия неизвестной концентрации реагирует с 23,53 мл 0,02000 н раствора нитрата серебра. Определить нормальную концентрация хлорида калия.
3. Вычислить, сколько граммов гидроксида натрия содержалось в растворе, если на титрование его израсходовано 24,35 мл 0,1020 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
4. На нейтрализацию раствора, содержащего 0,5 г каустической соды, израсходовано 20 мл 0,5 м раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массовую долю (%)  $\text{NaOH}$  в образце.
5. Определить титр раствора уксусной кислоты, если на титрование этого раствора израсходовано 27,65 мл  $\text{NaOH}$ , титр которого составляет 0,004140 г/мл.

### Вариант 2

1. К 550 мл 0,125 м раствора  $\text{HCl}$  прибавили 50 мл раствора  $\text{HCl}$  с титром 0,02370 г/мл. Вычислить нормальную концентрацию и титр полученного раствора.
2. 0,3015 г щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворили в 50 мл воды. На титрование полученного раствора пошло 17,81 мл раствора гидроксида натрия. Определить концентрацию раствора  $\text{NaOH}$ .
3. Навеска сульфида натрия в 1,9525 г растворена в мерной колбе на 250 мл. К 20 мл этого раствора прилито 40 мл 0,168 н раствора йода. На титрование избытка йода израсходовано 41,25 мл 0,09520 н раствора тиосульфата натрия. Вычислить массовую долю (в %)  $\text{Na}_2\text{S}$  в образце.
4. Какую навеску янтарной кислоты надо взять для установки титра приблизительно 0,4 н  $\text{NaOH}$  методом отдельной навески, чтобы на титрование приготовленных из них растворов расходовалось не более 20 мл устанавливаемого раствора?
5. Навеску серебряного сплава в 1,3516 г растворили в  $\text{HNO}_3$  и раствор разбавили до объема 200 мл. На титрование 15 мл раствора потребовалось 17,36 мл 0,05000 н раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Вычислить массовую долю (в %) серебра в сплаве.

## Тема: Метод кислотно-основного титрования

### Вариант 1

1. Сколько граммов  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  надо взять для установки титра 1 н раствора  $\text{KOH}$  методом отдельных навесок, чтобы на титрование полученных растворов расходовалось около 25 мл устанавливаемого раствора?
2. На титрование раствора, содержащего 3,1580 г технического гидроксида калия, израсходовано 27,45 мл 1,9655 н раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массовую долю (в %)  $\text{KOH}$  в образце.
3. К 50 мл 0,1 н  $\text{HCOOH}$  прибавлено 40 мл 0,1 м раствора  $\text{NaOH}$ . Чему равен pH смеси?
4. Навеска мрамора в 0,2834 г растворена в 30 мл 0,3933 н раствора  $\text{HCl}$ . На титрование избытка кислоты израсходовано 14,10 мл 0,4409 н раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массовую долю (в %) примесей в образце.
5. Вычислить индикаторную ошибку титрования 0,1 м муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  0,1 м раствором  $\text{NaOH}$  с метиловым оранжевым ( $pT=4$ ).

## Вариант 2

1. Какую навеску безводной соли нужно взять, чтобы на ее титрование до  $\text{CO}_2$  расходовалось бы 20 мл 0,1 н  $\text{HCl}$ ?
2. Сколько граммов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержится в растворе, если на нейтрализацию 25 мл его требуется 24,17 мл  $\text{NaOH}$ , имеющего титр 0,004085 г/мл?
3. Рассчитать скачок титрования 0,1 м раствора  $\text{NaOH}$  0,1 н раствором  $\text{HCl}$  в пределах между недостатком и избытком в 0,1 % от эквивалентного количества  $\text{HCl}$ .
4. Навеска свежеперекристаллизованной щавелевой кислоты в 1,3455 г растворена в мерной колбе на 250 мл. На титрование 20 мл 0,09768 н  $\text{NaOH}$  расходуется 22,88 мл приготовленного раствора. Доказать, что кристаллогидрат щавелевой кислоты кристаллизуется с двумя молекулами воды.
5. Рассчитать индикаторную ошибку титрования 0,1 м раствора  $\text{HCl}$  0,1 м раствором  $\text{NaOH}$  с фенолфталеином ( $\text{pT}=9$ ).

## Тема: Методы редоксиметрии

### Вариант 1

1. Вычислить константу равновесия реакции окисления сульфата железа (II)  $\text{FeSO}_4$  перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$
2. Сколько г кристаллогидрата оксалата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  нужно отвесить, чтобы приготовить 500 мл 0,1 н раствора его?
3. Вычислить навеску технического сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  по следующим данным: содержание его в образце 46 %, мерная колба на 250 мл, для титрования взято 25 мл раствора, в бюретку на 50 мл налит 0,05200 н раствор перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ .
4. На анализ поступил технический йод, имеющий 25 % неокисляющихся примесей. Рассчитать навеску йода, которую можно взвесить для анализа, если 0,1 н раствор тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  был налит в бюретку на 25 мл.
5. Определить массовую долю (в %) сульфида натрия в образце, если навеску в 4,2000 г растворили в мерной колбе на 500 мл и к 25 мл его прилили 50 мл 0,2000 н раствора йода. Избыточный йод оттитровали 46,06 мл тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $K=1,234$  к 0,1 н).

### Вариант 2

1. Определить константу равновесия реакции взаимодействия йода и сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ .
2. Для установления концентрации раствора перманганата калия необходимо приготовить 100 мл 0,1 н раствора оксалата натрия  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Сколько граммов этой соли требуется отвесить?
3. Определите массовую долю (в %) активного хлора, если навеска белильной извести в 0,2004 г растворена в воде и к раствору добавили  $\text{KI}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Выделившийся йод оттитрован 20,04 мл 0,1000 н раствора тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
4. Навеску руды в 0,2060 г обработали концентрированной хлороводородной кислотой. Хлор, который образовался при нагревании во время реакции, поглотили раствором иодида калия. Выделившийся йод оттитровали 0,05200 н раствором тиосульфата натрия, затратив 42,53 мл. Определить массовую долю (в %) оксида марганца (IV)  $\text{MnO}_2$  в этой руде.
5. Определить титр раствора йода по сере, если на титрование пошло 7,82 мл раствора йода; навеска нормали, содержащей 0,02 % серы, равна 0,8530 г.

## Тема: Методы осаждения и комплексообразования

### Вариант 1

1. Каким условиям должны отвечать реакции, используемые в методе осаждения?
2. Из навески  $\text{NaCl}$  приготовили раствор в колбе емкостью 500 мл. К 25 мл полученного раствора прилили 50 мл 0,1 н раствора роданида. Какова должна быть навеска  $\text{NaCl}$  ?
3. К раствору 0,2266 г вещества, содержащего хлор, прибавили 30 мл 0,1121 н раствора  $\text{AgNO}_3$ , а затем избыток  $\text{AgNO}_3$  оттитровали 0,50 мл 0,1158 н раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Рассчитать процент по массе хлора в анализируемом веществе.
4. Рассчитайте, сколько граммов трилона Б потребуется для приготовления 250 мл 0,05 н раствора.

5. Рассчитать концентрацию мг·экв/л магния в воде, если при титровании 100 мл воды трилоном Б с хромогеном черным до синей окраски пошло 19,20 мл 0,1012 н раствора трилона Б.

### Вариант 2

1. В чем заключается сущность метода Мора и Фольгарда?
2. Рассчитайте навеску NaCl, чтобы приготовить 250 мл 0,05 н раствора, необходимого для установки титра раствора  $\text{AgNO}_3$ .
3. Сколько миллилитров 0,05000 н  $\text{AgNO}_3$  пойдет на титрование 20 мл раствора, полученного растворением 0,1052 г NaCl в воде?
4. Для определения кальция и магния взято 2,0850 г минерала и растворено в мерной колбе на 250 мл. На титрование 25 мл этого раствора израсходовано 11,20 мл 0,05240 н рабочего раствора трилона Б, а на титрование 100 мл (после отделения  $\text{Ca}^{2+}$ ) пошло 21,65 мл. Вычислить массовые доли (в %) кальция и магния в образце.
5. Сколько граммов трилона Б надо взять для приготовления 2,5 л ~ 0,1 н раствора?

### Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

| Оценка              | Требования к знаниям  |
|---------------------|---|
| отлично             | приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы  |
| хорошо              | допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной                                 |
| удовлетворительно   | в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно |
| неудовлетворительно | ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно        |

### Примерные варианты тестовых заданий

#### Тест 1

#### 1. В чем сущность гравиметрического метода анализа.

1. Определение количественного содержания химических элементов в соединениях.
2. Определение объемов как определяемого вещества, так и реагента.

#### 2. Какими стадиями характеризуется кристаллизация.

1. Образование зародышевых центров кристаллизации и дальнейшим их ростом;
2. Образование мелких кристаллов и ростом крупных.

#### 3. Что является правильностью анализа?

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

#### 4. титр - это:

1.  $\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} \cdot 100\%$
2.  $C_M = n/V$
3.  $T = m/V$

#### 5. Что такое индикаторная ошибка титрования?

1. Погрешность, которая вызывается несовпадением показателя титрования используемого индикатора с величиной pH в точке эквивалентности.

2. Окраска меняется в определяемом интервале значений pH не строго в точке эквивалентности.
- 6. Титриметрический метод анализа основан на определении:**
- а - массы исследуемого вещества;
  - б - объема реагента, израсходованного на реакцию с исследуемым веществом;
  - в - количественных изменений физических свойств системы
- 7. Момент эквивалентности в комплексометрии устанавливается с помощью:**
- а- лакмусовой бумаги; б- фенолфталеина; в- металлохромных индикаторов
- 8. Количество связей с комплексообразователем называют:**
- а- гидратным числом;
  - б- координационным числом;
  - в- числом заполнения
- 9. В комплексометрии в качестве лиганда чаще всего используют:**
- а- аммиак
  - б- щавелевую кислоту
  - в- трилон Б
- 10. Образующееся комплексное соединение индикатора с катионом металла менее прочное, чем комплекс этого же металла с трилоном Б, поэтому трилон Б вытесняет индикатор с соответствующими изменениями цветов по уравнению:**
- а-  $\text{MeInd}^- + \text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{MeT}^{2-} + \text{HInd}^{2-} + \text{H}^+$ ;
  - б-  $\text{MeInd}^- + \text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{MeH}_2\text{T}^{2-} + \text{Ind}^{2-} + \text{H}^+$ ;
  - в-  $\text{MeInd}^- + \text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \leftrightarrow \text{MeHT}^- + 2\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{Ind}^{3-}$
- 11. В основе метода нейтрализации лежит химическая реакция:**
- 1) окислительно-восстановительная
  - 2) комплексообразования
  - 3) осаждения
  - 4) кислотно-основного взаимодействия.

## Тест 2

### 1. Количество осадитель

1. Определяется содержанием определяемого элемента в исследуемом веществе, и от величины навески анализируемого вещества.
2. Определяется объем исследуемого раствора.

### 2. Факторы, влияющие на форму и структуру осадка.

1. Температура, порядок и скорость осаждение различных солей в растворе.
2. Концентрация, скорость, природа реагирующего вещества.

### 3. Что является точностью анализа?

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

### 4. Нормальная концентрация это:

1.  $C_M = n/V$
2.  $C_m = n/m_{\text{р-ля}}$
3.  $C_H = m/\Delta V$

### 5. Что такое хромофоры и ауксохромы?

1. Окраска органических соединений зависит от наличия в их молекулах «носителями цвета».
2. Вещества усиливающие интенсивность окраски.

### 6. В основе комплексометрии лежит реакция:

- а- нейтрализации; б- осаждения; в- комплексообразования

**7. Комплексные соединения состоят из комплексообразователя (центрального атома) и лигандов. Комплексообразователь и лиганды составляют:**

а- внешнюю сферу; б- внутреннюю сферу; в- гидратную сферу

**8. Число связей лиганда с комплексообразователем называют:**

а- лигандностью; б- дентатностью; в- молекулярностью

**9. Трилон Б ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T}$ ) диссоциирует в водном растворе:**

а-  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{H}^+ + \text{T}^{4-}$ ;

б-  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{T}^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{H}^+ +$

$\text{HT}^{3-}$  в-  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \leftrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{H}^+ + \text{T}^{4-}$

г-  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{T}^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HT}^{3-}$

**10. Если трилон Б образует с катионом  $\text{Me}^{2+}$  более прочное соединение по сравнению с комплексом  $\text{Me}^{2+}$  с индикатором, то применяют:**

а- метод прямого титрования;

б- метод обратного титрования;

в- титрование заместителя

**11. Титрование- это:**

1) контролируемое добавление рабочего раствора (титранта) к анализируемой системе

2) добавление раствора анализируемого вещества к раствору известной концентрации

3) произвольное добавление стандартного раствора в присутствии индикатора до

изменения окраски.

### Тест 3

**1. Требования предъявляемые к весовой форме:**

1. Малая растворимость не более  $1 \cdot 10^{-7}$ - $10^{-8}$  моль/л. осадок должен быть крупнокристаллическим.

2. Точное соответствие состава химической формуле, достаточная химическая устойчивость.

**2. Для получения крупнокристаллических осадков, необходимо:**

1. Осаждение вести из относительно разбавленных растворов, из горячих растворов приливать. Осадитель постепенно при помешивании полученные осадки должны некоторое время постоять.

2. Осаждение вести из концентрации растворов из горячих растворов, осадитель приливать вещества, способствующие осадка.

**3. Какую ошибку называют абсолютной?**

1. Разность между полученными результатом и истинным или наиболее достоверным значением.

2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

**4. Молярная концентрация это:**

1.  $\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} \cdot 100\%$

2.  $C_M = n/V$

3.  $C_m = n/m_{\text{р-ля}}$

**5. Какие факторы влияют на показания индикаторов?**

1. Окраска индикатора должна быть хорошо заметной, цвет индикатора должен резко изменяться в небольшом интервале рН, изменение окраски должно быть обратимым.

2. Фиксирование точки эквивалентности.

**6. Исследуемым раствором в комплексонометрии является раствор:**

а- кислоты;

б- щелочи;

в- соли

**7. Комплексообразователь и лиганды связаны:**

а- донорно-акцепторной связью;

б- ионной связью;

в- водородной связью

**8. Диссоциация в водных растворах комплексных соединений на внутреннюю и внешнюю сферы происходит по типу:**

а- сильных электролитов;

б- слабых электролитов;

в- только при нагревании

**9. В водном растворе с катионами  $Me^{2+}$  происходит процесс, описываемый уравнением::**

а-  $Me^{2+} + H_2T^{2-} \rightarrow MeT^{2-} + 2H^+$ ;

б-  $Me^{2+} + Na_2H_2T \leftrightarrow MeH_2T + 2Na^+$

; в-  $Me^{2+} + H_2T^{2-} \rightarrow MeHT^- + H^+$

**10. Расчеты в комплексонометрии проводятся на основе:**

а- следствия из закона эквивалентов, т.е. число моль эквивалентов трилона Б и определяемого вещества равны;

б- равенства объемов растворов трилона Б и определяемого вещества;

в- равенства концентраций растворов трилона Б и определяемого вещества

**11. Количественные расчеты при титровании основываются на законе**

1) сохранения массы

2) эквивалентов

3) постоянства состава

#### Тест 4

**1. Требование предъявляемые к осаждаемой форме.**

1. Малая растворимость не более  $1 \cdot 10^{-7}$ - $10^{-8}$  моль/л. осадок должен быть крупнокристаллическим.

2. Точное соответствие состава химической формуле, достаточная химическая устойчивость.

**2. Какие ошибки называется систематическими случайными?**

1. Ошибка может иметь размерность измеряемых величин неизбежным при любом определении.

2. При проведении анализа пробы в разных лабораториях. Погрешности, одинаковые по знаку и влияющие на результат в сторону его увеличения, либо в сторону уменьшения.

**3. Что является чувствительностью анализа?**

1. Минимальная определяемая концентрация вещества.

2. Близость получаемого результата к истинному.

3. Характеристика воспроизводимости определения от опыта к опыту.

**4. Процентная концентрация это:**

1.  $\omega = m_{в-ва} / m_{р-ра} \cdot 100\%$

2.  $C_M = n/V$

3.  $C_m = n/m_{р-ля}$

**5. Что такое показатель, и какого его значение титрование pH?**

1. Величина pH, при которой заканчивают титрование с данным индикатором.

2. Интервал между двумя значениями pH, в котором будет происходить постепенное изменение цвета индикатора

**6. Рабочим раствором является раствор:**

а- щелочи;

б- комплексона;

в- кислоты

**7. Если внутренняя сфера имеет заряд, то в состав комплексного соединения входят противоположно заряженные ионы, которые составляют сферу:**

а- внешнюю;                      б- внутреннюю;                      в- гидратную

**8. Диссоциация внутренней сферы происходит:**

а- необратимо;  
б- обратимо и ступенчато;  
в- под действием электрического тока

**9. В комплексометрии определение большинства катионов проводят обычно в:**

а- нейтральной среде;  
б- в ацетатном буфере ,  
в- в аммиачном буфере

**10. Трилометрия используется для определения:**

а- общей жесткости воды;  
б- содержания кислоты в моче;  
в- содержания щелочи в крови

**11. Молярная концентрация вещества показывает сколько моль вещества содержится в:**

1) 100мл раствора  
2) 1л раствора  
3) 1кг раствора.

### Тест 5

**1. В чем сущность гравиметрического метода анализа.**

1. Определение количественного содержания химических элементов в соединениях.  
2. Определение объемов, как определяемого вещества, так и реагента.

**2. Факторы, влияющие на форму и структуру осадка.**

1. Температура, порядок и скорость осаждение различных солей в растворе.  
2. Концентрация, скорость, природа реагирующего. вещества.

**3. Какую ошибку называют абсолютной?**

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.  
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

**4. Нормальная концентрация это:**

1.  $C_M = n/V$   
2.  $C_m = n/m_{p-ля}$   
3.  $C_H = m/\Delta V$

**5. Какие факторы влияют на показания индикаторов?**

1. Окраска индикатора должна быть хорошо заметной, цвет индикатора должен резко изменяться в небольшом интервале рН, изменение окраски должно быть обратимым.  
2. Фиксирование точки эквивалентности.

**6. В качестве исходных веществ в комплексометрии используют химически чистые:**

а- хлорид магния;    б- гидроксид натрия;    в- щавелевую кислоту

**7. Внутренняя и внешняя сферы связаны:**

а- донорно-акцепторной связью;

- б- ионной связью;
- в- водородной связью

**8. Диссоциация внутренней сферы увеличивается:**

- а- с понижением температуры;
- б- с увеличением концентрации комплексного соединения;
- в- с увеличением разбавления

**9. В водном растворе индикатор эриохром черный диссоциирует в две ступени:**

- 1)  $\text{NaH}_2\text{Ind} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{Ind}^-$ ,
- 2)  $\text{H}_2\text{Ind}^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HInd}^{2-}$ .

после чего с катионами  $\text{Me}^{2+}$  происходит реакция:

- а-  $\text{HInd}^{2-} + \text{Me}^{2+} \leftrightarrow \text{MeInd}^+ + \text{H}^+$ ;
- б-  $\text{H}_2\text{Ind}^- + \text{Me}^{2+} \leftrightarrow \text{MeHInd}^+ + \text{H}^+$ ;
- в-  $\text{NaH}_2\text{Ind} + \text{Me}^{2+} \leftrightarrow \text{MeHInd}^+ + \text{H}^+ + \text{Na}^+$

**10. При случайном попадании аммиачного буфера в глаз (щелочная среда) надо промыть глаз большим количеством холодной воды и:**

- а- наложить марлевую повязку;
- б- промыть раствором соды;
- в- промыть раствором борной кислоты

**11. Эквивалент вещества - это:**

- 1) реальная частица вещества, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону
- 2) условная частица вещества, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону
- 3) реальная или условная, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону.

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

| Оценка              | Требования к знаниям   |
|---------------------|--|
| отлично             | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение. |
| хорошо              | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.   |
| удовлетворительно   | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.  |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут   |



|  |   |
|--|---|
|  | продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |
|--|---|

### *Перечень вопросов к зачету*

1. Классификация методов аналитической химии: методы разделения, методы обнаружения и методы определения (химические и инструментальные), цели и задачи методов.
2. Выбор метода анализа. Отбор пробы и пробоподготовка.
3. Влияние физико-химических характеристик растворителя на химико-аналитические свойства ионов. Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов.
4. Равновесие в водных растворах кислот. Расчёт pH.
5. Равновесие в водных растворах оснований. Расчёт pH.
6. Равновесие в водных растворах амфолитов. Расчёт pH.
7. Буферные растворы, их состав и свойства. Расчёт pH.
8. Теории кислотно-основных взаимодействий (Аррениуса, Бренстеда-Лоури).
9. Применение реакций кислотно-основного взаимодействия в аналитической химии. Значение буферных систем в химическом анализе.
10. Окислительно-восстановительное равновесие. Сопряжённая окислительно-восстановительная пара.
11. Окислительно-восстановительный потенциал и факторы, влияющие на его значение.
12. Константа равновесия ОВР, направление и скорость.
13. Автокаталитические и индуцированные реакции, их роль в химическом анализе.
14. Применение реакций окисления-восстановления в аналитической химии.
15. Строение и свойства комплексных соединений.
16. Полидентантные лиганды, хелатные комплексы, хелатный эффект.
17. Равновесия в растворах комплексных соединений, константы устойчивости комплексных ионов.
18. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии.
19. Гетерогенное химическое равновесие в растворах малорастворимых электролитов.
20. Правило произведения растворимости и его использование в аналитической химии.
21. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект, влияние одноимённых ионов и конкурирующих реакций.
22. Органические аналитические реагенты, их особенности: высокая чувствительность и избирательность действия. Применение органических аналитических реагентов в анализе.
23. Цели и задачи качественного анализа. Классификация методов качественного анализа в зависимости от величины пробы.
24. Техника эксперимента: качественные пробирочные, капельные и микрокристаллоскопические реакции.
25. Аналитический эффект. Аналитические химические реакции и условия их проведения. Общие, групповые и характерные (селективные и специфические) реакции.
26. Аналитические классификации катионов и анионов.
27. Систематический и дробный качественный анализ.
28. Общая характеристика I аналитической группы катионов.
29. Общая характеристика II аналитической группы катионов.
30. Общая характеристика III аналитической группы катионов.
31. Систематический ход анализа смеси катионов III группы и смеси катионов I–III групп.
32. Общая характеристика I аналитической группы анионов.
33. Общая характеристика II аналитической группы анионов.
34. Общая характеристика III аналитической группы анионов.
35. Анализ смеси анионов I–III групп.

36. Цели и задачи количественного анализа. Классификация химических методов количественного анализа.
37. Сущность и основные операции гравиметрического метода анализа.
38. Классификация гравиметрических методов анализа – методы осаждения, прямые и косвенные методы отгонки, методы выделения.
39. Аналитические возможности, достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа.
40. Общая схема аналитического определения по методу осаждения.
41. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним.
42. Неорганические и органические осадители, требования к ним. Выбор осадителя и расчёт его количества.
43. Расчёт результатов гравиметрического определения.
44. Кристаллические и аморфные осадки, механизм их образования и оптимальные условия получения.
45. Процессы коагуляции и пептизации при образовании осадков. Основные причины загрязнения осадков.
46. Соосаждение, его роль в химическом анализе. Типы соосаждения.
47. Способы уменьшения соосаждения и очистки осадков от соосаждённых примесей.
48. Сущность и основные операции титриметрических методов анализа.
49. Классификация титриметрических методов анализа.
50. Требования к реакциям, которые используются в титриметрии.
51. Точка эквивалентности (стехиометричности). Закон эквивалентов. Конечная точка титрования и её фиксирование.
52. Стандартные растворы, их виды и способы приготовления.
53. Способы выражения концентрации стандартных растворов (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, массовая концентрация, титр, титр по определяемому веществу).
54. Расчёты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
55. Способы титрования: прямое титрование, обратное титрование, титрование заместителя. Расчёт результатов титриметрического определения.
56. Сущность метода кислотно-основного титрования, его общая характеристика.
57. Кислотно-основные индикаторы. Теория индикаторов, основное уравнение теории индикаторов.
58. Кривые кислотно-основного титрования, их прогнозирование.
59. Факторы, влияющие на величину скачка кислотно-основного титрования.
60. Кривые титрования сильных и слабых кислот основаниями, сильных и слабых оснований кислотами.
61. Кривые титрования солей слабых кислот и солей слабых оснований.
62. Кривые титрования многоосновных кислот.
63. Правило выбора индикатора.
64. Методы окислительно-восстановительного титрования, классификация.
65. Требования к окислительно-восстановительным реакциям, которые применяются в титриметрии.
66. Расчёт факторов эквивалентности веществ, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.
67. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
68. Способы фиксирования конечной точки ОВ-титрования. Безиндикаторное титрование.
69. Окислительно-восстановительные индикаторы, механизм их действия, интервал перехода. Правило выбора индикатора.
70. Перманганатометрия. Сущность и основные реакции метода.
71. Стандартные и вспомогательные растворы метода перманганатометрического титрования, их приготовление, стандартизация и условия хранения.

72. Фиксирование конечной точки титрования в перманганатометрии. Условия проведения перманганатометрических определений.
73. Аналитические возможности, достоинства и недостатки перманганатометрического метода анализа.
74. Йодометрия. Сущность и основные реакции метода.
75. Стандартные и вспомогательные растворы метода йодометрии, их приготовление, стандартизация и условия хранения.
76. Фиксирование конечной точки титрования в йодометрии. Условия проведения йодометрических определений.
77. Комплексонометрия. Сущность метода. Комплексоны, их строение и свойства.
78. Реакции взаимодействия комплексонов с ионами металлов, их стехиометрия.
79. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
80. Способы фиксирования конечной точки титрования в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы, механизм их действия, интервал перехода и правило выбора.
81. Стандартные и вспомогательные растворы метода, их приготовление, стандартизация и условия хранения.
82. Условия проведения комплексонометрических определений.
83. Аналитические возможности и достоинства метода комплексонометрического титрования.

#### *Критерии оценки ответа на зачете*

| <b>Оценка</b>    | <b>Критерии ответа</b>  |
|------------------|---|
| <b>Зачтено</b>   | Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%. |
| <b>Незачтено</b> | Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%.  |

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Учебная литература:**

#### **а) основная:**

1. Золотов Ю.А. и др. Основы аналитической химии. – М.ВШ, 2009. Кн.1.
2. Петрухин О.М. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – М.: Химия, 2008.
3. Юстратова В.Д. и др. Количественный химический анализ. – Кемерово, 2004.

4. Ярославцев А.А. Сборник задач и упражнений по аналитической химии. - М.Химия, 1993.

**б) дополнительная:**

1. Логинов Н.Я. и др. Аналитическая химия. - М.:Просвещение, 1979.
2. Барсукова З.А. Аналитическая химия. – М.:ВШ, 1990.
- 3.Мягковский С.А. Аналитическая химия. – Минск, 1991.
- 4.Клещев Н.Ф и др. Задачник по аналитической химии. – М.:Химия, 1993.

## **9.2. Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

## **9.3. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
  - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

| <b>Название ресурса</b>  | <b>Ссылка/доступ</b>  |
|--|---|
| Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»                 | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>                       |
| «Образовательный ресурс России»  | <a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a> |
| Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, | <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –                           |

|  |   |
|--|---|
| ГИА  |   |
| Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)       | <a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -   |
| ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза   | <a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>   |
| Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система                   | <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -                                 |
| Русская виртуальная библиотека   | <a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –   |
| Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система                   | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -   |
| Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»                 | <a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a> |
| Научная электронная библиотека «e-Library»                             | <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -                           |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks                               | <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -                                       |
| Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо» | <a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>   |
| Информационно-правовая система «Гарант»                                | Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ                                   |
| Электронно-библиотечная система «Юрайт»                                | <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>                                   |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретический курс

- 1) Лекции: презентации.
- 2) Контрольные тесты.
- 3) Таблицы.
- 4) Варианты заданий для контрольных работ.

### Лабораторный практикум

- 1) Тематика и описание лабораторных работ (специально разработанный и изданный лабораторный практикум для студентов химического направления).
- 2) Набор химических реактивов к каждой лабораторной работе.
- 3) Лабораторные установки, оборудование.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ

## ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Аналитическая химия» направлена на формирование компетенций: УК-1, ОПК-6.

Промежуточная аттестация предполагает зачет.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 06.03.01. «Биология», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 920

Программу составил:

доцент кафедры химии

Инаркиева З.И.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от « 20 » июня 2023 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / Саламов А.М. /

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от « 26 » июня 2023 г.

Председатель учебно-методического совета

\_\_\_\_\_ / Плиева А.М. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от « 28 » июня 2023 г.

Председатель Учебно-методического совета университета

\_\_\_\_\_ / Хашагульгов Ш.Б. /



**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

| Учебн<br>ый<br>год | Решение<br>кафедры<br>(№<br>протокола, дата) | Внесенные изменения | Подпись зав.<br>кафедрой |
|--------------------|--|---------------------|--------------------------|
|                    |  |                     |                          |
|                    |  |                     |                          |
|                    |  |                     |                          |