

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Ульяновский государственный университет"  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет**

**Г.Т. БРЫНСКИХ**

## **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Методические указания  
для самостоятельной работы студентов 2 курса  
специальности «Фармация» 33.01.05. специализация: Управление  
фармацевтической деятельностью**

**Ульяновск - 2019**

**УДК 54(075.8)**  
**ББК 24.1я73**  
**Б 89**

**Рецензент-**УлГУ кандидат физико-математических наук доцент кафедры физического материаловедения Василевская Т.М.

**Брынских Г.Т.**

**Б-89 Аналитическая химия:** методические указания для самостоятельной работы студентов 2 курса специальности «Фармация» 33.01.05. специализация: Управление фармацевтической деятельностью / Г.Т. Брынских - Ульяновск УлГУ с. 102

Методическое пособие для самостоятельной работы по дисциплине "Аналитическая химия" предназначено в помощь студентам очного отделения, обучающимся по специальности «Фармация» 33.01.05. специализация: Управление фармацевтической деятельностью. Включает в себя требования к результатам освоения дисциплины, содержание курса, темы лабораторных занятий, вопросы, задачи и тесты для самостоятельной работы, список рекомендуемой литературы и информационных источников, контрольные вопросы к экзамену.

Учебно-методическое пособие может быть полезно преподавателям и специалистам естественнонаучного профиля.

**УДК 54(075.8)**

**ББК 24.1я73**

***Брынских Г.Т., 2019***

***Ульяновский государственный университет, 2019***

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |          |
|---|----------|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  | 4        |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП  | 4        |
| 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ<br>ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕ-<br>МЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВА<br>ТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 5        |
| 4. ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ  | 5-7      |
| 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА   | 8-19     |
| 6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ  | 19-48    |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ   | 49-57    |
| 8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ   | 57-58    |
| 9. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ   | 58-92    |
| 10. ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ  | 92-100   |
| 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ<br>ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ  | 100- 101 |
| 12. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ<br>С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ   | 101-102  |

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:**

### **Цели освоения дисциплины:**

1. Формирование системных знаний, необходимых в практической деятельности провизора и исследователя для анализа лекарственных средств и других биологически активных веществ.
2. Подготовка провизоров к профессиональному выбору аналитического метода, оборудования, приемов качественного и количественного анализа.
3. Формирование умений выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа, умений оформления протоколов анализа.

### **Задачи освоения дисциплины:**

1. Ознакомление с метрологическими основами химического анализа, типами реакций и процессов в аналитической химии, их основными закономерностями;
2. Формирование представлений о связи аналитических свойств соединений с положением составляющих их элементов в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева.
3. Ознакомление с основами и теоретическими, практическими возможностями гравиметрии, титриметрии, инструментальных методов количественного анализа.
4. Формирование представлений о современных физико-химических методах качественного и количественного анализа.
5. Ознакомление с аналитическими возможностями электрохимических, оптических и хроматографических методов анализа.
6. Формирование навыков обработки результатов качественного и количественного анализа и расчета по экспериментальным данным и при выполнении индивидуальных заданий.

### **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:**

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1. Дисциплины (модули) учебного рабочего плана ОПОП по направлению подготовки специалистов 33.05.01 Фармация и относится к специальному циклу базовой его части (Б1. Б19. Аналитическая химия).

По логике построения и содержанию данная дисциплина связана с другими дисциплинами из базовой части профессионального цикла: «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Математика» и «Физика». При обучении необходимы знания, умения и навыки, полученные в соответствующих практикумах.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Выпускник специалитета должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

ОК 1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

ОПК- 1 Готовность к использованию основных физико-химических, математических

и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач.

ПК 10 Способность к проведению экспертизы лекарственных средств с помощью химически, физико-химических и иных методов.

| <b>Код и наименование реализуемой компетенции</b>   | <b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций</b>  |
|---|--|
| <b>ОК 1</b> Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.  | <b>Знать:</b> Основные законы, лежащие в основе аналитической химии.<br><b>Уметь:</b> Пользоваться лабораторным оборудованием. Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований.<br><b>Владеть:</b> Методологией выбора аналитического метода анализа в зависимости от аналитических задач и объекта анализа.  |
| <b>ОПК 7-</b> Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач. | <b>Знать:</b> Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и с физической аппаратурой. Применение основных положений теории растворов, учения о химическом равновесии, химической кинетике, катализе, адсорбции в аналитической химии.<br><b>Уметь:</b> Дозировать по объёму жидкие препараты с помощью бюреток и пипеток; Проводить разделение катионов и анионов химическими методами. Выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества, используя соответствующие физические приборы и аппараты.<br><b>Владеть:</b> Техникой выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества.  |
| <b>ПК 10</b> Способность к проведению экспертизы лекарственных средств с помощью химически, физико-химических и иных методов.                                       | <b>Знать:</b> Устройство и принципы работы современного лабораторного оборудования. Основные методы качественного и количественного анализа.<br><b>Уметь:</b> Отбирать среднюю пробу, составлять схемы анализа, проводить качественный и количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Готовить и стандартизировать растворы аналитических реагентов. Устанавливать количественное содержание веществ титриметрическими и физико-химическими методами. Проводить количественные расчёты.<br><b>Владеть:</b> Навыками работы с простейшими приборами и навыками по постановке и проведению анализа. Навыками анализа и интерпретации результатов химических экспериментов и наблюдений. |

## ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 11 зачетных единиц (5 зач. ед. - 3 семестр и 6 зач. ед - 4 семестр)

Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) - 396

| Вид учебной работы   | Количество часов (форма обучения) |                          |                          |
|--|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | Всего по плану                    | В т.ч. по семестрам      |                          |
|  |                                   | 3                        | 4                        |
| 1  | 2                                 | 3                        | 4                        |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП | 396/12*                           | 180/6*                   | 216/6*                   |
| Аудиторные занятия:  | 216/12*                           | 108/6*                   | 108/6*                   |
| Лекции   | 72/4*                             | 36/2*                    | 36/2*                    |
| Лабораторные работы  | 144/8*                            | 72/4*                    | 72/4*                    |
| Самостоятельная работа   | 144                               | 72                       | 72                       |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы.  | тестирование, коллоквиум          | тестирование, коллоквиум | тестирование, коллоквиум |
| Виды промежуточной аттестации - зачет, экзамен                     | 36                                | Зачет                    | экзамен<br>36            |
| Всего часов по дисциплине  | 396/12*                           | 180/6*                   | 216/6*                   |

\* - количество часов, проводимых в интерактивной форме

**Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:**

Форма обучения очная

| Название разделов и тем  | Всего | Виды учебных занятий |                                 |                               |                        | Форма текущего контроля знаний |
|--|-------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
|  |       | Аудиторные занятия   |                                 | Занятия в интерактивной форме | Самостоятельная работа |                                |
|  |       | Лекции               | Лабораторные работы, практикумы |                               |                        |                                |
| 1  | 2     | 3                    | 4                               | 5                             | 6                      | 7                              |
| <b>Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Химические методы анализа</b>                     |       |                      |                                 |                               |                        |                                |
| 1. Введение в предмет аналитическая химия. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии. | 16/4* | 4                    | 8/4*                            | 4*                            | 4                      | тестирование                   |

|   |        |       |        |     |     |                          |
|---|--------|-------|--------|-----|-----|--------------------------|
| 2. Гетерогенные равновесия в системе осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Качественный анализ. | 36     | 6     | 12     | -   | 18  | тестирование, коллоквиум |
| 3. Кислотно - основные равновесия в аналитической химии.  | 18     | 6     |        | -   | 12  | тестирование, коллоквиум |
| 4. Комплексные соединения в аналитической химии.  | 6      | 2     |        | -   | 4   | тестирование, коллоквиум |
| 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах.  | 10     | 4     |        | -   | 6   | тестирование, коллоквиум |
| 6. Количественный анализ. Гравиметрия.  | 12     | 2     | 4      | -   | 6   | тестирование, коллоквиум |
| 7. Титриметрические методы анализа.   | 82/2*  | 12/2* | 48     | 2*  | 22  | тестирование, коллоквиум |
| Всего в 3 семестре  | 180/6* | 36/2* | 72/4*  | 6*  | 72  |                          |
| <b>Раздел 2. Инструментальные (физико-химические) методы анализа.</b>   |        |       |        |     |     |                          |
| 1. Общая характеристика физ.-химических методов анализа. Метрологические характеристики физико-химических методов анализа.                        | 10     | 4     | -      | -   | 6   | тестирование, коллоквиум |
| 2. Электрохимические методы анализа   | 70/2*  | 12/2* | 28     | 2*  | 30  | тестирование, коллоквиум |
| 3. Оптические методы анализа.   | 74/4*  | 10    | 36/4*  | 4*  | 28  | тестирование, коллоквиум |
| 4. Хроматографические методы анализа.   | 16     | 8     | 4      | -   | 4   | тестирование, коллоквиум |
| 5. Кинетические методы анализа.   | 10     | 2     | 4      | -   | 4   | тестирование, коллоквиум |
| Контроль  | 36     |       |        |     |     |                          |
| Всего в 4 семестре  | 216/6* | 36/2* | 72/4*  | 6*  | 72  |                          |
| Итого   | 396/6* | 72/4* | 144/4* | 12* | 144 |                          |

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Химические методы анализа**

#### **Тема 1. Введение в предмет аналитической химии. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии.**

*Аналитическая химия и химический анализ.* Задачи и методы аналитической химии. Основные разделы современной аналитической химии. Метод анализа вещества, основные характеристики методов анализа. Методика анализа. Виды и этапы анализа. Качественный и количественный анализ. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Основные требования к методам анализа: предел обнаружения, избирательность, специфичность, правильность, воспроизводимость, экспрессность.

*Аналитические признаки веществ и аналитические реакции.* Типы аналитических реакций и реагентов. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности). Способы повышения чувствительности и избирательности методов.

*Методы обнаружения и идентификации* Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрoкристаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения

*Пробоотбор и пробоподготовка.* Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Подготовка образца к анализу. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Способы получения представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Устройства и приемы, используемые при отборе проб; первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

#### *Типы химических реакций и процессов в аналитической химии*

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов: термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Сольватация, ионизация, диссоциация.

Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе.

### ***Органические реагенты в химическом анализе***

Функционально-аналитические группы (ФАГ). Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства. Использование теорий аналогий и «мягких» и «жестких» кислот и оснований для объяснений действия органических реагентов.

Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Важнейшие органические реагенты, применяемые для обнаружения и определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования, разделения. Возможности использования органических реагентов в различных методах анализа.

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

Основные понятия (разделение, концентрирование, коэффициент (фактор) концентрирования). Основные методы разделения и концентрирования (методы испарения, экстракция, избирательная адсорбция, отгонка (дистилляция, возгонка), зонная плавка, электрохимические и хроматографические методы), их роль в химическом анализе.

Выбор методов разделения и концентрирования. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Основные количественные характеристики методов разделения и концентрирования.

***Методы осаждения и соосаждения.*** Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

***Методы экстракции.*** Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение элементов методом экстракции. Экстракционное равновесие. Закон распределения Нернста –Шилова. Константа распределения. Степень извлечения. Фактор разделения двух веществ. Условия разделения двух веществ. Влияние различных факторов на процессы экстракции: объем экстрагента, число экстракций, рН среды и т.д. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменения рН водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции. Применение экстракции в аналитической химии.

***Методы выделения, разделения и концентрирования.*** Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и

многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Коэффициент разделения. Коэффициент концентрирования.

## **Тема 2. Гетерогенные равновесия в системе осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии.**

**Процессы осаждения и соосаждения.** Понятие о природе образования осадков. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Получение и промывание осадков. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе.

Растворимость. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц.

Равновесие в системе раствор - осадок. Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита. Условия образования осадков малорастворимых сильных электролитов. Дробное осаждение и дробное растворение осадков. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие. Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов (добавок электролита с одноименным ионом, добавок постороннего (индифферентного) электролита. действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц.

**Теоретические основы качественного анализа.** Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический, макро-, полумикро-, микро-, ультрамикроанализ). Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые). Использование качественного анализа в химическом анализе.

Качественный анализ катионов и анионов. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), кислотно-основная, аммиачно-фосфатная. Ограниченность любой классификации катионов по группам. Дробный и систематический анализ.

Кислотно-основная классификация катионов по группам. Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.

Качественный анализ анионов. Аналитическая классификация анионов по группам по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам. Аналитические реакции анионов различных аналитических групп. Методы анализа смесей анионов различных аналитических групп.

### **Тема 3. Кислотно - основные равновесия аналитической химии.**

**Кислотно-основные реакции.** Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности и основности и их показатели. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах.

Теория Дебая-Хюккеля. Общая концентрация и активность ионов в растворе. Коэффициенты активности. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов.

Вычисления рН растворов кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Кислотные и основные свойства растворителей. Протолитические равновесия в воде. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.

Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений рН растворов солей подвергшихся гидролизу (гидролиз аниона слабой кислоты, гидролиз катиона слабого основания, гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты).

Кислотно-основные равновесия в многокомпонентных системах.

Буферные растворы и их свойства. Вычисление рН буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и ее соль, слабое основание и ее соль. Буферная емкость. Использование буферных систем в анализе.

### **Тема 4. Комплексные соединения в аналитической химии.**

**Реакции комплексообразования.** Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия центральный ион (комплексообразователь) - лиганд, по однородности лиганда и центрального иона: внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары); однороднолигандные и смешанолигандные; полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Ступенчатое комплексообразование.

Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости (ступенчатые и общие) и константы нестойкости комплексных соединений, функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Условные константы устойчивости комплексов. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.

Применение органических реагентов в аналитической химии. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Реакции, основанные на образовании комплексных соединений металлов. Реакции без участия комплексных соединений металлов: образование окрашенных соединений с открываемыми веществами;

образование органических соединений, обладающих специфическими свойствами; использование органических соединений в качестве индикаторов в титриметрических методах количественного анализа.

### **Тема 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах**

**Окислительно-восстановительные реакции** в аналитической химии. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар (редокс-потенциалы, электродные окислительно-восстановительные потенциалы).

Потенциал реакции (электродвижущая сила реакции). Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого компонента. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе.

### **Тема 6. Количественный анализ. Гравиметрия**

**Введение в количественный анализ.** Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.

**Гравиметрический метод анализа.** Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Классификация методов гравиметрического анализа. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Расчеты в гравиметрических определениях. Погрешности в гравиметрическом анализе. Термогравиметрический анализ.

Принципы весовых определений. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Определение элементов в виде оксидов. Определение кальция и магния. Определение серы, галогенов в неорганических и органических соединениях. Различные методы определения фосфора и кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния.

### **Тема 7. Титриметрические методы анализа**

**Титриметрические методы анализа.** Основные положения титриметрического анализа. Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование.

Основные приемы титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное

титрование. Способы определения (отдельных навесок, аликвотных частей).

Способы выражения концентраций в титриметрическом анализе (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчета (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент). Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты.

Методы установления конечной точки титрования (визуальные, инструментальные). Виды кривых титрования и принципы их построения. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Типовые расчеты в титриметрическом анализе. Расчет массы стандартного вещества, необходимый для приготовления титранта. Расчет концентрации титранта при его стандартизации. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования.

***Кислотно-основное титрование.*** Сущность метода. Основные реакции и титранты метода. Типы кислотно-основного титрования (ацидиметрия, алкалиметрия).

Индикация конечной точки кислотно-основного титрования. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к индикаторам. Механизм изменения окраски кислотно-основных индикаторов: ионная, хромофорная и ионно-хромофорная теории индикаторов кислотно-основного титрования. Интервал рН перехода окраски индикатора. Показатель титрования (рТ). Правило выбора индикаторов. Классификация индикаторов (по способу приготовления, применения, по цветности, по механизму взаимодействия с титрантом, по составу). Примеры типичных индикаторов кислотно-основного титрования.

Кривые кислотно-основного титрования. Расчет рН на различных этапах титрования, построение и анализ типичных кривых титрования сильной кислоты щелочью, сильного и слабого основания – кислотой. Скачок титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры, ионной силы на величину скачка на кривой титрования. Выбор индикаторов по кривой титрования.

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

***Кислотно-основное титрование в неводных средах.*** Ограничение возможностей методов титрования в водных растворах. 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. Полнота протеканий реакций в неводных растворителях. Факторы, определяющие выбор протолического растворителя. Применение кислотно-основного титрования в неводных средах.

***Комплексометрическое титрование.*** Сущность метода. Требования к реакциям в комплексометрии. Классификация методов и их применение. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Понятие о комплексонатах металлов. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Способы комплексометрического титрования: прямое,

обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Ошибки метода, их происхождение, расчет, устранение.

Кривые комплексонометрического титрования, их расчет и построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования (устойчивость комплексонов, концентрации ионов металла и комплексона, pH раствора).

Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам; интервал изменения окраски индикаторов. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.

Примеры практического применения метода комплексонометрического титрования.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Сущность метода. Классификация окислительно-восстановительных методов титрования. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования, требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное) и расчеты результатов титрования.

Титрант, его приготовление, стандартизация. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов (обратимые, необратимые). Интервал изменения окраски индикатора. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе (дифениламин, фенантролиновая кислота, ферроин и др.).

Кривые окислительно-восстановительного титрования: расчет, построение, анализ. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Выбор индикатора на основании кривой титрования.

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

Общая характеристика методов: перманганатометрического, дихроматометрического, йодиметрического, йодометрического, йодатометрического, броматометрического, нитритометрического, цериметрического титрования. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия проведения определений. Определение конечной точки титрования. Область применения.

**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, сульфатометрия, бариметрия). Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Ошибки осадительного титрования. Их происхождение, расчет, устранение.

Кривые осадительного титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.). Способы обнаружения конечной точки титрования. Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Титранты метода, их приготовление, стандартизация.

## **Раздел 2. Инструментальные (физико-химические) методы анализа**

### **Тема 1. Общая характеристика физико-химических методов анализа**

Основные физико-химические методы анализа. Аналитический сигнал. Зависимость аналитического сигнала от количественного состава пробы. Понятие холостой пробы и эталона. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа. Метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок. Особенности и области применения физико-химических методов анализа.

Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, погрешности. Классификация ошибок химического и физико-химического анализа (систематическая, случайная).

Систематическая ошибка, процентная систематическая ошибка. Источники систематических ошибок (методические, инструментальные, индивидуальные). Оценка правильности результатов количественного анализа (использование стандартных образцов, анализ исследуемого объекта другими методами, метод добавок, метод удвоения).

Случайные ошибки.

Некоторые понятия математической статистики и их использование в количественном анализе. Случайная величина, варианта, генеральная совокупность, выборка, распределение Стьюдента.

Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа.

Оценка методов анализа по чувствительности, пределу определения, точности, правильности, воспроизводимости и селективности. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.

Требования к метрологическим характеристикам методов и методик в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.

### **Тема 2. Электрохимические методы анализа**

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Основные узлы приборов электрохимических методов анализа. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения.

Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

#### ***Потенциометрические методы. Ионометрия и потенциометрическое титрование.***

Потенциометрия. Классификация методов потенциометрического анализа. Способы проведения анализа в потенциометрии.

**Прямая потенциометрия.** Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Электроды в потенциометрии, их назначение. Индикаторные электроды, требования к индикаторным электродам. Требования к электродам сравнения. Принцип действия электронообменных и ионообменных электродов.

**Ионометрия.** Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Потенциал ионселективного электрода в отсутствие посторонних ионов. Потенциал ионселективного электрода в присутствии мешающих ионов. Основные электрохимические характеристики ИСЭ. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика, предел определения потенциал определяющего иона.

Стеклянный электрод. Выбор системы электродов для проведения анализа. Примеры практического применения ионометрии: определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

**Потенциометрическое титрование.** Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Выбор индикаторных электродов для химических реакций разного типа: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Примеры практического применения: Титрование фосфорной, смесей соляной и азотной, соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Определение иодидов и хлоридов при совместном присутствии. Использование окислительно-восстановительного титрования для определения ионов металлов разных степеней окисления.

**Электрохимические методы, основанные на измерении электропроводности. Кондуктометрия.**

Теоретические основы метода. основные узлы приборов. Кондуктометрическая ячейка. Удельная электропроводность. Факторы, влияющие на удельную электропроводность. Эквивалентная электропроводность и подвижность ионов, факторы, влияющие на эквивалентную электропроводность. Уравнение Кольрауша, уравнение Онзагера.

Прямая кондуктометрия. Приемы нахождения неизвестной концентрации: метод градуировочного графика, расчетный метод. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Факторы, влияющие на четкость излома на кривых кондуктометрического титрования.

**Электрохимические методы, основанные на измерении силы тока. Кулонометрия**

Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и косвенная (кулонометрическое титрование). Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

### ***Вольтамперометрические методы. Классическая полярография.***

Сущность и особенности вольтамперометрии, классификация методов. Электрохимические ячейки. Индикаторные электроды, поляризация электрода. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменного-тока; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллополярография).

Полярография. Качественный анализ. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны.

Количественный анализ. Уравнение Ильковича. Явления, искажающие вид полярограмм.

Инверсионная вольтамперометрия. Методы концентрирования определяемого элемента на электроде. Достоинства перед другими методами.

***Амперометрическое титрование.*** Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования.

### **Тема 3. Оптические методы анализа**

Общий принцип метода. Классификация оптических методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по используемой области электромагнитного спектра, по природе энергетических переходов).

***Спектроскопические методы анализа.*** Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

### ***Методы атомной оптической спектроскопии***

***Атомно-эмиссионный метод.*** Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы). Их основные характеристики. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Метрологические характеристики и аналитические возможности

### ***Методы молекулярной оптической (УФ, видимой и ИК) спектроскопии***

***Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).*** Сущность метода. Цвет и спектр. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические

реагенты, требования к ним. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам.

Основные законы светопоглощения. Объединенный закон светопоглощения Бугера-Ламберта – Бера. Отклонения от закона, их причины (химические; температура, эффекты, обусловленные растворителем; рассеяние света; монохроматизация излучения). Оптическая плотность и светопропускание, связь между ними. Коэффициент поглощения света и коэффициент погашения – молярный и удельный. Связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения света. Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения. Аналитические возможности и метрологические характеристики фотометрических методов анализа.

Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним.

*Методы абсорбционного анализа:* колориметрия, фотоколориметрия, спектрофотометрия. Основные узлы и общий принцип работы приборов абсорбционной спектроскопии, методы диафрагмирования.

*Визуальная колориметрия.* Метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления. Их сущность. Применение в анализе.

*Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметрия.* Сущность метода, достоинства и недостатки, применение.

Количественный фотометрический анализ. Основные этапы и выбор условий фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения). Основные этапы проведения фотометрического анализа. Определение концентрации анализируемого раствора: метод градуировочного графика, метод одного стандарта, определение концентрации по молярному (или удельному) коэффициенту погашения, метод добавок стандарта. Определение концентрации нескольких веществ при их совместном присутствии: фотометрический анализ двухкомпонентных смесей.

*Спектрофотометрия.* Сущность метода, достоинства и недостатки. Погрешности спектрофотометрического анализа, их природа, устранение. Приборы в спектрофотометрии. Применение метода для исследования реакций (комплексобразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных смесей.

Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование.

#### **Тема 4. Хроматографические методы анализа**

Сущность хроматографических методов анализа. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.

*Газовая хроматография.* Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Области применения газовой хроматографии. Основные теоретические подходы: теория теоретических тарелок и кинетическая теория. Основные параметры хроматограммы.

**Жидкостная хроматография.** Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Условия проведения хроматографического анализа. Качественный и количественный хроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, применение относительных поправочных коэффициентов, метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта.

#### **Тема 5. Кинетические методы анализа**

Сущность кинетических методов. Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов; их чувствительность и селективность. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: окисления-восстановления, обмена лигандов в комплексах, превращения органических соединений, фотохимические и ферментативные реакции. Способы определения концентрации по данным кинетических измерений. Примеры практического применения.

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

**Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Химические методы анализа**

**Тема 1. Введение в предмет аналитической химии.**

**Лабораторная работа № 1. Приемы работы с химической мерной посудой (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Отработать навыки работы с химической мерной посудой: мерные колбы, пипетки, бюретки.
2. Научиться калибровать мерную посуду.

**Содержание работы:**

1. Получив у преподавателя задание и ознакомившись с методикой работы с химической мерной посудой отработать навыки наполнения мерного сосуда жидкостью точно до метки.
2. Определить истинную вместимость пипетки и бюретки калиброванием.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Основные правила техники безопасности и правила работы со стеклянной посудой.

**Уметь:** Калибровать мерную посуду.

**Владеть:** Техникой выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества.

**Вопросы к теме:**

1. Какие правила техники безопасности следует соблюдать в химических лабораториях до начала, во время проведения и по окончании эксперимента?
2. Правила работы с кислотами: защитные средства, как нужно работать, чтобы избежать несчастных случаев, действия в случае пролива кислоты, ожогов (виды химических ожогов), меры оказания первой помощи.
3. Правила работы со стеклянной посудой: как правильно обращаться со стеклянной посудой, чтобы ее не разбить и избежать порезов, виды кровотечений и меры оказания первой помощи.
4. Правила работы с электрическими приборами: защита от поражения электрическим током, правила обращения с электронагревательными приборами.
5. Как классифицируются химические реактивы по степени чистоты? Какие условные обозначения применяются для этого?

6. Каковы общие правила приготовления и хранения растворов в лаборатории?
7. Что такое дистиллированная и бидистиллированная вода? Как она получается и как контролируется ее качество?
8. Что такое перекристаллизация? Для чего и как она выполняется?
9. Каково назначение моющих средств для лабораторной посуды? Какие рецепты моющих смесей вы можете привести?
10. В каких случаях следует использовать: а) бюретку со стеклянным краном; б) микробюретку?
11. В чем состоит сущность калибрования мерной посуды? С какой целью это делается?

## **Тема 2. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии.**

### **Лабораторная работа № 2. Отделение железа от магния осаднением (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Отработать технику осаждения ионов из раствора.
2. Научиться фильтровать и промывать осадки.

#### **Содержание работы:**

1. Получив у преподавателя задание провести отделение ионов железа (III) от магния из анализируемого раствора. Проверить полноту осаждения.
2. Отфильтровать и промыть осадок.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Условия осаждения крупнокристаллических и аморфных осадков. Основные методы выделения, разделения и концентрирования веществ.

**Уметь:** Подбирать материалы, посуду и приспособления для фильтрования осадков.

**Владеть:** Техникou выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества.

#### **Вопросы к теме:**

1. Какие условия следует соблюдать при осаждении крупнокристаллических и аморфных осадков? В чем различие условий и чем оно вызвано?
2. Какие материалы, посуду и приспособления используют для фильтрования осадков?
3. В каких случаях не следует применять бумажные фильтры? Что тогда используют для фильтрования?
4. Что такое фильтрование с подогревом? Как его практически выполняют?

## **Тема 2. Гетерогенные равновесия в системе осадок - насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Качественный анализ.**

### **Лабораторная работа № 3 (4 ч).**

#### **А. Гетерогенные равновесия**

#### **Цель работы:**

1. Изучить условия образования осадков малорастворимых сильных электролитов.
2. Научиться переводить одни малорастворимых электролитов в другие.
3. Изучить влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов.
4. Изучить влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение.

#### **Содержание работы:**

1. Изучить условия образования осадка хлорида свинца. Проверить полноту осаждения ионов. Изучить влияние одноименных ионов на растворимость образовавшегося

- осадка. Рассмотреть протекание конкурирующих реакций.
2. Рассмотреть влияние одноименных (щавелевая кислота) и индифферентных ионов (уксусная кислота) на растворимость осадка оксалата кальция.
  3. Рассмотреть зависимость растворимости осадков сульфида меди (II) и сульфида железа (II) в соляной кислоте от произведения растворимости данных соединений.

**Вопросы к теме:**

1. В каких случаях и почему при гидролизе солей слабых оснований образуются основные соли? Приведите примеры.
2. Какое из веществ  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  или  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  имеет большую растворимость при одной и той же температуре.
3. Как повлияет на растворимость  $\text{BaCO}_3$  добавление в раствор соды?
4. Сравните растворимость сульфата бария в чистой воде и в 0,2 М растворе нитрата калия. Ответ подтвердите расчетами с учетом ионной силы растворов.
5. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, обсудите возможность образования осадков при сливании растворов хлорида железа (III) и сульфида калия и его состав. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

**Б. Экспериментальное обоснование кислотно-щелочной классификации катионов в систематическом анализе.**

**Цель работы:**

1. Закрепить качественные реакции на катионы 1- 6 аналитических групп.
2. Осмыслить возможную схему разделения катионов кислотно-щелочным методом с использованием групповых реактивов.

**Содержание работы:**

Разделить катионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  на аналитические группы по отношению к кислотам (соляной и серной) и основаниям (гидроксидам натрия, калия, аммония).

**Вопросы к теме:**

1. Дайте определения следующим терминам: качественный анализ, аналитическая реакция, групповой и специфический реактивы, чувствительность реакции, предел обнаружения, дробный и систематический ход анализа.
2. Приведите определения понятий: методы и способы качественного анализа; пробирочные и капельные реакции; мокрый и сухой методы анализа.
3. В чем заключается сущность дробного и систематического анализа?
4. Сформулируйте задачи качественного и количественного анализа.
5. Какие массы и объёмы анализируемых веществ соответствуют макро-, микро- и полумикроанализу?
6. В чём заключается суть «сухого метода анализа»?
7. Перечислите различные типы аналитических классификаций катионов, сделайте их сравнительный анализ.
8. На чем основана кислотно-основная классификация катионов?
9. Какие группы анионов Вы знаете? На чём основана их классификация?
10. С помощью каких уравнений химической реакции анализировали неизвестный образец?

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Принципы качественного анализа. Качественный анализ основных классов неорганических веществ.

**Уметь:** Прогнозировать результаты химического анализа, на основе теоретических знаний.

**Владеть:** Техниккой выполнения основных аналитических операций при качественном анализе вещества.

#### **Лабораторная работа № 4 Анализ смеси катионов I-III аналитических групп (4 ч).**

##### **Цель работы:**

1. Провести анализ контрольного раствора содержащего катионы I-III аналитических групп.
2. Развивать логическое мышление.

##### **Содержание работы:**

Предварительные испытания (Определение рН раствора. Проверка отношения осадка к кислотам и щелочам).

Дробный анализ (Определение ионов аммония, калия и натрия)

Систематический анализ:

- Осаждение хлоридов катионов III группы.
- Обнаружение ионов  $Pb^{2+}$  и удаление  $PbCl_2$ .
- Обнаружение  $Hg_2^{2+}$ .
- Обнаружение  $Ag^+$ .
- Отделение катионов II группы от I.
- Анализ катионов II группы.
- Обнаружение и отделение  $Ba^{2+}$ .
- Обнаружение и отделение  $Sr^{2+}$ .
- Обнаружение  $Ca^{2+}$ .

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Основы дробного и систематического качественного анализа.

**Уметь:** Проводить разделение катионов и анионов химическими методами. Прогнозировать результаты химического анализа, на основе теоретических знаний.

**Владеть:** Техниккой выполнения основных аналитических операций при качественном анализе вещества.

##### **Вопросы к теме:**

1. Почему перед открытием катиона  $K^+$  необходимо удалить катион  $NH_4^+$  ?
2. При действии группового реактива на катионы второй группы получаются осадки – хлориды соответствующих катионов  $AgCl$ ,  $Hg_2Cl_2$ ,  $PbCl_2$ . Какова растворимость хлоридов в воде и как это используется в анализе?
3. Какую роль выполняет азотная кислота при открытии катиона серебра?
4. Каким образом можно отделить осадок сернокислого бария от других сернокислых солей катионов третьей группы? Напишите уравнения реакций.

#### **Лабораторная работа № 5. Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп (4 ч).**

##### **Цель работы:**

1. Провести анализ контрольного раствора, содержащего катионы IV-VI аналитических групп.
2. Развивать логическое мышление.

##### **Содержание работы:**

1. Дробный анализ. (Обнаружение ионов Fe (III). Обнаружение ионов Fe (II). Обнаружение ионов Cu(II).
2. Систематический анализ:
  1. Отделение катионов IV группы.

2. Анализ раствора, содержащего ионы IV группы. (под тягой!).
3. Разделение V и VI аналитических групп. (под тягой!).
4. Анализ раствора, содержащего катионы V группы.
  - а) Обнаружение  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  - ионов.
  - б) Обнаружение ионов  $\text{Mn}^{2+}$ .
  - в) Обнаружение и отделение ионов сурьмы (III и V).
  - г) Обнаружение ионов  $\text{Mg}^{2+}$ .
  - д) Обнаружение ионов  $\text{Bi}^{3+}$ .
5. Анализ аммиачного раствора 2, содержащего катионы VI группы.
  - а) Отделение и обнаружение ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Hg}^{2+}$ .
  - б) Анализ раствора, полученного после отделения осадка 5 сульфидов меди и ртути (II).

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Основы дробного и систематического качественного анализа.

**Уметь:** Проводить разделение катионов и анионов химическими методами.

Прогнозировать результаты химического анализа, на основе теоретических знаний.

**Владеть:** Техникой выполнения основных аналитических операций при качественном анализе вещества.

**Вопросы к теме:**

1. Какие явления происходят, если смесь солей  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{MnCl}_2$  обработать избытком щелочи?
2. Можно ли обнаружить соответствующими реакциями и как катионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{CN}^-$  в растворе комплексной соли  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ? Напишите уравнения химических реакций.
3. Можно ли отделить друг от друга катионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$ ? Напишите уравнения реакций.
4. Каким способом можно разделить анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{NO}_3^-$ ? Напишите уравнения реакций.
5. Как можно открыть анион  $\text{CO}_3^{2-}$  в присутствии  $\text{SO}_3^{2-}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ ? Напишите уравнения реакций.

## Тема 6. Количественный анализ. Гравиметрия.

**Лабораторная работа № 6. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Отработать навыки гравиметрического анализа.
2. Научиться брать навеску анализируемого вещества.

**Содержание работы:**

1. Взятие навески кристаллогидрата хлорида бария.
2. Высушивание навески.
3. Вычисления.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность гравиметрического анализа и основные операции метода осаждения..

**Уметь:** Подготовить вещество к количественному анализу Проводить процессы растворения, осаждения, фильтрования и сушки анализируемого вещества;

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Классификация весовых методов. Сущность гравиметрического анализа. Область его применения.
2. Основные операции метода осаждения. Подготовка вещества к количественному анализу (отбор средней пробы, перекристаллизация, выбор величины навески). Растворение анализируемого вещества.
3. От каких факторов зависят размер и число частиц осадка?
4. Сформулируйте условия образования и растворения осадка.
5. Осаждение (выбор осадителя, расчет объема осадителя). Как проводят выбор осадителя в гравиметрическом методе анализа?
6. Что такое гравиметрический фактор и как он рассчитывается?
7. Перечислите требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам?
8. Чем отличаются условия осаждения кристаллических осадков от аморфных?
9. Как влияет одноимённый ион на растворимость осадка?
10. Как влияют электролиты на растворимость осадка?
11. Как зависит растворимость малорастворимого соединения от ионной силы раствора? Приведите формулы для расчёта.
12. Фильтрование и промывание осадков. Чем следует промывать кристаллические и аморфные осадки, чтобы избежать потерь при растворимости?
13. Что такое соосаждение? Как можно предотвратить это явление?
14. Что такое адсорбция, окклюзия и инклюзия? К чему приводят эти процессы?
15. Как влияют конкурирующие химические реакции на растворимость осадков?
16. Как влияет температура на растворимость осадков?
17. Почему при выделении осадка следует избегать большого избытка осадителя?
18. Высушивание и прокаливание осадка.

## **Тема 7. Титриметрические методы анализа**

### **Лабораторная работа № 7 (4 ч).**

**А. Приготовление рабочего раствора тетрабората натрия и титрованного рабочего раствора соляной кислоты.**

#### **Цель работы:**

1. Научиться рассчитывать титр рабочего раствора.
2. Научиться стандартизировать растворы
3. Закрепить навыки расчета и приготовления растворов заданной концентрации и навыки

титрования.

**Содержание работы:**

1. Расчет и приготовление раствора буры.
2. Расчет и приготовление титрованного рабочего раствора соляной кислоты.
3. Титрование тетрабората натрия раствором соляной кислоты.
4. Вычисления.
  - а) Среднего объема кислоты:
  - б) Молярной концентрации эквивалента (нормальности) кислоты.
  - в) Титра рабочего раствора кислоты:

**Б. Определение карбонатной жесткости воды методом ацидиметрического титрования.**

**Цель работы:**

1. Научиться определять карбонатную жесткость воды, титр рабочего раствора.
2. Закрепить навыки титрования и расчета концентрации определяемого вещества.

**Содержание работы:**

1. Отмерить 100 мл анализируемой воды (водопроводной).
2. Приготовить «свидетель».
3. Прибавить в анализируемую воду 2-3 капли раствора метилового оранжевого
4. Титрование воды рабочим раствором хлороводородной кислоты до перехода желтой окраски индикатора в бледно-розовую.
5. Повторить титрование 2-3 раза и из сходящихся отсчетов взять среднее.
6. Вычислить карбонатную жесткость (по ГОСТу) в ммоль на 1 литр воды.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Основные положения теории растворов, Сущность кислотно-основного титрования и основные операции метода. Правило выбора кислотно-основного индикатора.

**Уметь:** Готовить и стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. На чём основаны объёмные методы анализа? Стандартные и стандартизированные растворы. Для чего служат первичные стандарты? Фиксанал.
2. Измерительная посуда (бюретка, пипетка, мерные колбы, цилиндры, мензурки).
3. Вычисления в титриметрическом анализе.
4. Сущность кислотно-основного титрования. Какие вещества можно определить с помощью кислотно-основного титрования?
5. Ацидиметрическое титрование, сущность метода.
6. Индикаторы кислотно-основного титрования. Подбор кислотно-основных индикаторов.
7. Кривые кислотно-основного титрования.

## **Лабораторная работа № 8. Приготовление и стандартизация 0,1 М раствора щелочи (4 ч).**

### **Цель работы:**

1. Научиться стандартизировать растворы методом отдельных навесок и методом пипетирования.
2. Закрепить навыки расчета результатов химического анализа.

### **Содержание работы:**

1. Приготовить раствор гидроксида натрия не содержащий карбонат-ионы.
2. Определить его точную концентрацию титрованным раствором соляной кислоты
3. Стандартизация раствора гидроксида натрия щавелевой кислотой методом отдельных навесок и методом пипетирования
4. Расчет молярной концентрации щелочи.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность кислотно-основного титрования и основные операции метода.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов методом отдельных навесок и методом пипетирования. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Алкалиметрическое титрование, сущность метода.
2. Какие установочные вещества используются для стандартизации раствора гидроксида натрия
3. Как стандартизировать раствор гидроксида натрия по щавелевой кислоте: а) методом пипетирования, б) методом отдельных навесок? Привести расчетные формулы.
4. Какой вид имеет кривая титрования раствора гидроксида натрия раствором соляной кислоты?

## **Лабораторная работа № 9. Приготовление буферных растворов и определение буферной емкости (4 ч).**

### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки расчета и приготовления растворов заданной концентрации.
2. Научиться составлять буферные смеси с заданным значением рН и определять буферную емкость.

### **Содержание работы:**

1. Получив у преподавателя задание рассчитать абсолютные значения объемов исходных растворов, требующиеся для приготовления 250-100 мл буферной смеси.
2. Приготовить растворы гидроксида натрия, гидроксида аммония, уксусной кислоты, хлорида аммония.
3. Приготовить буферные растворы и определить значения рН, полученных растворов.
4. Определить буферную емкость полученных растворов по кислоте и щелочи.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Механизм буферного действия и способы приготовления буферных растворов.

**Уметь:** Рассчитывать объемы реагентов, необходимых для приготовления буферных расчётов. Рассчитывать буферную ёмкость. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методологией выбора аналитического метода анализа в зависимости от аналитических задач и объекта анализа..

### **Вопросы к теме:**

1. Дайте определение понятиям: буферный раствор, буферная емкость. Как рассчитывается рН буферных растворов?
2. Объясните с помощью химических уравнений механизм поддержания постоянства рН при добавлении в приготовленный буферный раствор а) кислоты; б) щелочи.
3. От каких факторов зависит буферная емкость вашего буфера 1) по кислоте; 2) по щелочи? Различаются ли эти величины, почему? Предложите способ повышения буферной емкости вашего буфера.
4. Приведите примеры других компонентов, из которых мог бы быть приготовлен буферный раствор с тем же значением рН, что и ваш. (См. константы диссоциации слабых электролитов в справочных таблицах.). Как и почему изменяется рН при разбавлении буферных смесей?
5. Обладает ли чистая вода буферными свойствами? Почему?
6. Можно ли приготовить буфер с  $\text{pH}=5$  из смеси двух солей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ ? Ответ подтвердите расчетами.
7. Для каких целей готовят буферные растворы в лабораториях?
8. Приведите примеры наличия и функционирования буферных систем в природе

### **Лабораторная работа № 10. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Научиться титровать смесь веществ с использованием двух индикаторов.
2. Научиться рассчитывать массу каждого из компонентов анализируемой смеси по результатам анализа

#### **Содержание работы:**

1. Получить от преподавателя контрольный раствор, содержащий смесь гидроксида натрия и карбонат натрия.
2. Оттитровав контрольный раствор для каждого из компонентов анализируемой смеси рассчитать массу.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность кислотно-основного титрования и основные операции метода. Правила выбора кислотно-основного индикатора.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Какие из перечисленных рабочих (стандартных) растворов:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  являются установленными, а какие – приготовленными?
2. Какой вид имеет кривая титрования смеси гидроксида натрия и карбоната натрия?
3. Почему при титровании смеси гидроксида натрия и карбоната натрия используются два индикатора: метиловый оранжевый и фенолфталеин.

### **Лабораторная работа № 11. Определение уротропина (стандартный метод) (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Научиться определять содержание исследуемых веществ методом обратного титрования (титрования по остатку)
2. Закрепить представление о методе использования двух стандартных растворов – основного и вспомогательного.

#### **Содержание работы:**

1. Стандартизация раствора серной кислоты
2. Стандартизация раствора гидроксида натрия
3. Взаимодействие уротропина с серной кислотой (5-6 часов).
4. Титрование остатка серной кислоты гидроксидом натрия.
5. Расчет массовой доли уротропина в препарате по результатам анализа.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метода обратного кислотно-основного титрования и основные операции метода.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Сущность метода титрования по остатку.
2. Как проводится стандартизация растворов титрантов. Привести примеры.
3. Какие установочные вещества используются для стандартизации серной кислоты и гидроксида натрия.

### **Лабораторная работа № 12. Определение аммиака в солях аммония методом замещения (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Овладеть техникой титрования методом замещения.
2. Закрепить навыки расчета массы определяемого вещества по результатам анализа

#### **Содержание работы.**

1. Приготовление раствора соли нитрата аммония.
2. Стандартизация раствора гидроксида натрия.
3. Титрование соли нитрата аммония гидроксидом натрия.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метода заместительного кислотно-основного титрования и основные операции метода.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Сущность метода заместительного титрования, схема реакции.
2. В каких случаях используется метод заместительного титрования. Приведите примеры, напишите уравнения реакций.
3. Индикаторы кислотно-основного титрования.

**Лабораторная работа № 13. Приготовление и стандартизация раствора комплексона Ш. Комплексонометрическое определение общей жесткости воды (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Научиться определять общую жесткость воды, определять титр рабочего раствора. Закрепить навыки комплексонометрического титрования и расчета концентрации определяемого вещества.

**Содержание работы:**

1. Рассчитать, взвесить на весах необходимое количество трилона Б и растворите его в нужном объеме дистиллированной воды.
2. Стандартизация раствора комплексона Ш, т.е. установление точной нормальности и титра раствора трилона Б по стандартному раствору сульфата магния (фиксанал).
3. Определение и расчет общей жесткости воды титрованием комплексона Ш.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метода комплексонометрического титрования. Индикаторы метода.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Что такое комплексоны и для чего они применяются? Объясните причины реакционной способности комплексонов.
2. Сущность комплексонометрического титрования.
3. Какие способы комплексонометрического титрования Вы знаете? Чем определяется выбор способа титрования?
4. Какие вещества являются первичными стандартами в комплексонометрии?
5. Назовите критерии, которым должны отвечать титранты в комплексонометрии. Какое вещество является титрантом в данной работе?
6. Какова роль констант диссоциации в характеристике титрантов в комплексонометрии?
7. Индикаторы хелатометрического титрования. Какими свойствами обладают индикаторы, применяющиеся в комплексонометрии?
8. Способы фиксирования точки эквивалентности.
9. Как влияют состав и значение рН буферного раствора на результаты

комплексонометрического титрования?

10. В чём заключается метод определения общей жёсткости воды с помощью трилона Б?

**Лабораторная работа № 14. Комплексонометрическое определение в растворе никеля, кобальта и алюминия (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Научить определять содержание металлов в водных растворах методом прямого комплексонометрического титрования.
2. Закрепить знания о влиянии среды на результаты комплексонометрического титрования.

**Содержание работы:**

1. Приготовление ацетатного и аммонийного буферных растворов.
2. Стандартизация ЭДТА.
3. Приготовление и стандартизация раствора сульфата меди для определения алюминия.
4. Комплексонометрическое определение металлов и расчет их массы.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Основные положения теории химического равновесия в аналитической химии.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Подбирать для проведения анализа металлоиндикаторы.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Какие аналитические приемы используют при титровании катионов металлов с ЭДТА.
2. Какую среду нужно создать и поддерживать при стандартизации раствора ЭДТА?
3. Какие факторы учитываются при подборе металлоиндикатора в комплексонометрии?
4. Напишите реакцию образования комплексного соединения ионов никеля (II) с трилоном.

**Лабораторная работа № 15. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия (4 ч).**

**А. Определение содержания щавелевой кислоты**

**Цель работы:**

1. Освоить методику выполнения объемного анализа с индикацией точки эквивалентности по собственной окраске титранта ( $\text{KMnO}_4$ ).
2. Определить неизвестное содержание восстановителя в контрольном растворе.

**Содержание работы:**

1. Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты.
2. Приготовление приблизительно 0,05 Н раствора перманганата калия.
3. Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.

**Б. Определение окисляемости воды по методу Кубеля**

**Цель работы:**

1. Научиться определять и рассчитывать химическое потребление кислорода.
2. Закрепить навыки окислительно-восстановительного титрования

**Содержание работы:**

1. Приготовление и стандартизация растворов перманганата калия и щавелевой кислоты.
2. Фильтрация воды взятой для анализа.
3. Определение ХПК.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метода окислительно-восстановительного титрования и основные операции метода..

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Классификация окислительно-восстановительных методов титрования.
2. Как можно установить точку эквивалентности в кислотно-основном и окислительно-восстановительном титровании?
3. Расчеты в окислительно-восстановительном методе титрования.
4. На чем основан редоксиметрический метод анализа? Какие вещества используются в этом методе в качестве окислителей и восстановителей?
5. На чем основан перманганатометрический метод анализа? Что происходит с Mn (II) при окислении в кислой, нейтральной и щелочной среде? Чему равен грамм-эквивалент перманганата калия в том и в другом случае?
6. Какие вещества являются первичными стандартами в перманганатометрии?
7. На чем основан метод стандартизации раствора перманганата калия по оксалату натрия или щавелевой кислоте. Написать реакцию взаимодействия щавелевой кислоты с перманганатом калия.
8. Почему нецелесообразно брать точную навеску перманганата калия при приготовлении его титрованного раствора?
9. Почему при установке титра перманганата калия первые его капли обесцвечиваются очень медленно?
10. Что такое редокс-индикаторы? Каков их принцип действия?
11. Почему при титровании перманганатом калия не используется катализатор? С какой целью в эксперименте используется раствор серной кислоты?
12. Что называется ХПК.
13. Почему определение ХПК проводят при кипении анализируемого раствора.
14. В чем заключается суть перманганатометрического метода определения ионов железа (II) в соли Мора? Написать реакцию.
15. Каким образом рассчитывается нормальность перманганата калия и масса ионов железа (II) в соли Мора?

### **Лабораторная работа № 16. Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. Определение фенола (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Научиться определять содержание фенола в воде.
2. Закрепить навыки стандартизации рабочих растворов

#### **Содержание работы:**

1. Стандартизация раствора тиосульфата натрия
2. Определение содержания фенола в воде.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность йодометрического метода окислительно-восстановительного титрования и основные операции метода..

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Почему рабочий раствор тиосульфата натрия нельзя использовать сразу после приготовления? Что происходит с этим раствором при хранении? Привести уравнения соответствующих реакций.
2. Какие установочные вещества (первичные стандарты) используются при стандартизации раствора тиосульфата натрия? Привести уравнение соответствующей реакции.

**Лабораторная работа № 17 Аргентометрия (4 ч).**

**А. Приготовление и стандартизация 0,01М раствора нитрата серебра**

**Б. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда**

**Цель работы:**

1. Научиться проводить осадительное титрование.
2. Научится проводить анализ сточных вод.
3. Закрепить навыки стандартизации растворов

**Содержание работы:**

1. Стандартизация раствора нитрата серебра соляной кислотой.
2. Приготовление и стандартизация раствора роданида аммония.
3. Определение хлорид-ионов в сточных водах.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность аргентометрического метода осадительного титрования и основные операции метода. Основные индикаторы метода и механизм их действия.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Классификация методов осадительного титрования.
2. Аргентометрия. Классификация методов.
3. Как проводится стандартизация рабочих растворов а) в аргентометрии; б) в меркурометрии; в) в тиоцианатометрии.
4. Какие из перечисленных веществ: LiCl, NaCl, MgCl<sub>2</sub> • 6H<sub>2</sub>O являются установочными при стандартизации растворов AgNO<sub>3</sub> и Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>?
5. Можно ли выполнять аргентометрическое определение по методу Мора: хлорид-, бромид-, иодид-ионов? Ответ обосновать.
6. Почему кислотность среды оказывает влияние на осадительное титрование с

адсорбционными индикаторами?

### Лабораторная работа № 18 Бариметрия (4 ч).

#### А. Приготовление и стандартизация рабочего раствора хлорида бария

#### Б. Определение сульфат-ионов

##### Цель работы:

1. Закрепить навыки приготовления и стандартизации растворов
2. Научить определять содержание сульфат ионов бариметрическим методом

##### Содержание работы:

1. Приготовление и стандартизация раствора хлорида бария.
2. Определение сульфат-ионов в контрольном растворе
3. Расчет содержания  $SO_3$  в анализируемом растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность бариметрического метода осадительного титрования и основные операции метода. Основные индикаторы метода и механизм их действия.

**Уметь:** Стандартизировать растворы аналитических реагентов. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

##### Вопросы к теме:

1. Бариметрия, сущность метода.
2. Титрант метода, его стандартизация.
3. Влияние pH на результаты бариметрического титрования
4. Индикаторы метода, механизм их действия.

### Раздел 2. Инструментальные (физико-химические) методы анализа

#### Тема 2. Электрохимические методы анализа

#### Лабораторная работа № 1. Прямая потенциометрия. Определение значения pH раствора с использованием стеклянного электрода (4 ч).

##### Цель работы:

1. Освоить методику работы на pH-метре.
2. Научиться строить градуировочный график.
3. Определить значение pH неизвестного раствора с использованием стеклянного электрода и рассчитать концентрацию раствора.

##### Содержание работы:

1. Ознакомление с pH-метром. Подготовка электродов к работе.
2. Измерить значения pH растворов.
3. Рассчитать концентрацию ионов  $H^+$  в растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метода потенциометрического анализа, приемы и способы выполнения потенциометрического анализа для количественных определений.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Строить градуировочный график. Прогнозировать результаты физико-химического анализа, на основе теоретических знаний.

**Владеть:** Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Определение и классификация электрохимических процессов. Электрохимический эквивалент.
2. Какой процесс вызывает возникновение электродного потенциала? Что такое стандартный электродный потенциал? Как его определяют экспериментально?
3. Принцип устройства стандартного водородного электрода, электродная реакция. Электрохимический ряд напряжения металлов.
4. Что такое электрод? Какие электроды Вы знаете и каково их назначение? Чем они отличаются?
5. Потенциометрия. В чем сущность потенциометрических методов анализа?

**Лабораторная работа № 2. Определение коэффициенты активности растворов соляной кислоты и степени диссоциации салициловой кислоты (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Проверить правильность теоретических выкладок для расчетов коэффициента активности в первом приближении по теории Дебая-Хюккеля, сравнив расчетные и экспериментальные значения  $\gamma$ .
2. Определить степени диссоциации салициловой кислоты, сравнить полученные данные с рассчитанными по уравнению Оствальда.

**Содержание работы:**

1. Приготовить раствор сильного электролита (соляной кислоты) и слабого электролита (салициловой кислоты).
2. Измерение рН раствора соляной кислоты при различных значениях концентрации и расчет коэффициента активности.
3. Измерение рН раствора салициловой кислоты при различных значениях концентрации и расчет степени диссоциации.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность метод потенциометрического анализа, электроды, используемые в потенциометрическом методе анализа.

**Уметь:** Выбирать оптимальный метод количественного анализа вещества, используя соответствующие физические приборы и аппараты. Прогнозировать результаты физико-химического анализа, на основе теоретических знаний.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Почему меняется окислительно-восстановительный потенциал? Какая зависимость выражается уравнением Нернста? Поясните смысл входящих в него величин.
2. Какие факторы влияют на направление окислительно-восстановительной реакции?

3. Как устроен гальванический элемент? Какие реакции протекают при его работе? Как возникает ЭДС гальванического элемента?
4. Как классифицируются электроды, используемые в потенциометрии?
5. Электроды сравнения – хлорсеребряный и каломельный. Их устройства, функции, принципы действия, электродные реакции.
6. Классификация индикаторных электродов. Их функция и отличия от электродов сравнения.
7. Приведите примеры металлических индикаторных электродов 1-го и 2-го рода. Объясните механизм их действия.

### **Лабораторная работа № 3. Прямая потенциометрия. Определение нитрат-ионов (4 ч)**

#### **Цель работы:**

1. Научиться готовить серию стандартных растворов для построения градуировочного графика.
2. Научиться определять содержание нитратов в тканях растений.

#### **Содержание работы:**

1. Приготовление стандартных растворов.
2. Анализ стандартных растворов и построение градуировочного графика.
3. Анализ исследуемого раствора.
4. Определение  $\text{NO}_3^-$  в растениях.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Методы, приемы и способы выполнения потенциометрического анализа для количественных определений.

**Уметь:** Отбирать среднюю пробу, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Прямая потенциометрия. Сущность метода.
2. Каковы основные типы ионоселективных электродов? Как они устроены и на чем основан принцип их действия? Какие характеристики имеют ионоселективные электроды?
3. Какими свойствами должен обладать материал, из которого изготавливают: а) жидкие мембраны, б) твердые мембраны для ионоселективных электродов?
4. Какие способы определения концентрации ионов с помощью ионоселективных электродов Вы знаете?
5. Как строятся градуировочные графики для потенциометрических определений.
6. Какой вид имеют градуировочные графики при проведении прямых потенциометрических измерений с помощью ионоселективных электродов: а) для катионов, б) для анионов.
7. Укажите достоинства и недостатки прямой потенциометрии и потенциометрического метода анализа.
8. Каково устройство нитрат селективного электрода? Почему потенциал нитрат

- селективного электрода зависит от активности нитрат-ионов?
9. В каких координатах строят градуировочный график при определении нитрат-ионов? Как рассчитывается молярная концентрация нитрат-ионов в растворе?

#### **Лабораторная работа № 4. Определение pH и содержания щелочи в растворах потенциометрическим методом (4 ч).**

##### **Цель работы:**

1. Научиться собирать установку для потенциометрического титрования.
2. Освоить методику потенциометрического титрования. Использовать приобретенные навыки для потенциометрического титрования.

##### **Содержание работы:**

1. Определить pH буферных растворов и питьевой воды.
2. Определить содержание щелочи в растворе методом потенциометрического титрования.
3. Рассчитать результаты эксперимента и построить кривые титрования.
4. Рассчитать массу щелочи в растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, кривые титрования и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Методы, приемы и способы выполнения потенциометрического анализа для количественных определений.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Отбирать среднюю пробу, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

##### **Вопросы к теме:**

1. В чем суть метода потенциометрического титрования? В каких координатах строят кривые потенциометрического титрования?
2. Укажите способы нахождения точки эквивалентности при потенциометрическом титровании.
3. Какие титранты используются в методе потенциометрического титрования?
4. Какую систему электродов следует выбрать при потенциометрическом кислотно-основном титровании?
5. Как устроен стеклянный электрод? На чем основана функция ионной селективности группы стеклянных электродов?
6. Почему потенциал стеклянного электрода зависит от концентрации ионов водорода?
7. Выберите верный ответ. Аналитическим сигналом в потенциометрии является: а) сила тока; б) электропроводность; в) количество электричества; г) ЭДС электрохимической ячейки?

#### **Лабораторное задание № 5. Потенциометрическое титрование. Определение массовой доли гидрохинона в образце (4 ч).**

##### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки взвешивания на аналитических весах

2. Научить определять содержания органического вещества в образце методом оксидиметрического титрования, показать преимущества потенциометрической индикации точки эквивалентности.

**Содержание работы:**

1. Расчет навески гидрохинона и взвешивание ее на аналитических весах.
2. Приготовление раствора для анализа.
3. Потенциометрическое титрование.
4. Построение кривой титрования в координатах  $V(\text{титранта}) = f(E)$ .
5. Определение массовой доли гидрохинона в образце.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, кривую титрования и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность потенциометрического титрования.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения потенциометрического титрования. Отбирать среднюю пробу, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Какие титранты используются в методе потенциометрического титрования окисления-восстановления?
2. Для определения ЭДС в данной работе в качестве индикаторного электрода следует выбрать: а) стеклянный, б) каломельный, в) медный; г) платиновый? Какая реакция протекает на границе раздела «поверхность электрода – раствор» в этом случае?
3. Какие факторы влияют на величину скачка потенциалов при потенциометрическом титровании методом окисления-восстановления?
4. Как оценивается правильность и воспроизводимость метода анализа?
5. Почему при потенциометрическом титровании в ряде случаев целесообразно использовать неводные растворы?
6. Применение методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования.

**Лабораторное задание № 6. Определение содержания ионов кобальта (II) в растворе (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Используя оксидиметрическое титрование с потенциометрической индикацией точки эквивалентности, определить содержание ионов кобальта (II) в растворе.
2. Закрепить навыки расчета кривых титрования.

**Содержание работы:**

1. Приготовление раствора для анализа.
2. Потенциометрическое титрование полученного раствора.
3. Построение кривых титрования в координатах  $V(\text{титранта}) = f(E)$ .
4. Расчет содержания ионов кобальта (II) в исходном растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, кривые титрования и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность оксидиметрического титрования с потенциометрической индикацией точки эквивалентности.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения потенциометрического титрования. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Как рассчитывается потенциал окислительно-восстановительного электрода.
2. Как строятся кривые титрования? Как графически по кривой титрования находят точку эквивалентности?
3. Преимущества потенциометрического метода индикации точки эквивалентности по сравнению с визуальным.

**Лабораторная работа № 7. Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Освоить навыки кондуктометрического титрования
2. Научиться строить кривые кондуктометрического титрования.

**Содержание работы:**

1. Подготовка прибора к работе.
2. Стандартизация раствора NaOH по HCl.
3. Анализ исследуемого раствора.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, кривые титрования и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность кондуктометрического метода анализа.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения кондуктометрического титрования. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Измерение какого свойства лежит в основе кондуктометрического анализа? В каких единицах это свойство измеряется и с помощью каких устройств?
2. Что такое электропроводность? Чем обусловлена электропроводность проводников первого и второго рода?
3. Чем характеризуется удельная и эквивалентная (молярная) проводимость растворов? Как можно рассчитать электропроводность? От каких факторов зависит электропроводность?
4. Как практически определить электропроводность?
5. В чем отличие прямой и косвенной кондуктометрии?

6. Что такое кондуктометрическое титрование и как его практически провести? Для каких целей можно использовать кондуктометрическое титрование?
7. Каков вид кривой титрования смеси сильной и слабой кислот щелочью?
8. Как найти объемы щелочи, израсходованные на титрование каждого из компонентов смеси кислот?

### **Тема 3. Оптические методы анализа.**

#### **Лабораторная работа № 8. Фотоколориметрическое определение содержания фосфора в растворах (4 ч).**

##### **Цель работы:**

1. Изучить принцип работы фотоколориметра.
2. Использовать основной закон светопоглощения для экспериментального определения содержания фосфора в растворах.

##### **Содержание работы:**

1. Приготовление рабочих и стандартных растворов.
2. Отработка навыков выбора кюветы, светофильтра.
3. Фотометрирование и построение градуировочного графика.
4. Анализ исследуемого раствора и расчет содержания фосфора.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Схему фотоэлектроколориметра. Назначение светофильтров и фотоэлементов в приборах. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

##### **Вопросы к теме:**

1. Спектральные (оптические) методы анализа. Какие свойства веществ используют в спектральных методах анализа?
2. Что называется оптической плотностью? От каких факторов зависит оптическая плотность раствора?
3. Как называются методы анализа и приборы, использующие явление поглощения веществом волн оптического диапазона?
4. Суть фотоколориметрического метода анализа. На чем основана работа фотоэлектроколориметра?
5. Приведите схему фотоколориметра. Каково назначение светофильтров?
6. Каково назначение фотоэлементов в приборах? Каков порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе?
7. Для исследования каких растворов можно использовать фотоколориметрический

- метод анализа?
8. Какие вещества относят к оптически активным? От чего зависит цвет вещества (раствора) и интенсивность окраски?
  9. Как готовят стандартные растворы для построения калибровочного графика?
  10. Какие величины рассчитывают при фотоэлектродиметрическом методе анализа?
  11. В чем сущность законов Бугера – Ламберта, Бера, Бугера – Ламберта- Бера?
  12. Каковы основные этапы выполнения фотометрического определения?
  13. Какие факторы необходимо учитывать при выборе толщины светопоглощающего слоя (кюветы)?

### **Лабораторная работа № 9. Определение меди в растворе дифференциально-фотометрическим методом.(4 ч)**

#### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки приготовления стандартных растворов.
2. Научится правильно выбирать светофильтр для анализа.
3. Научится выполнять анализ методом дифференциальной спектрофотометрии.

#### **Содержание работы:**

1. Приготовление стандартных растворов меди и выбор светофильтра
2. Построение градуировочного графика
3. Анализ исследуемого раствора. Расчет массы меди в анализируемом растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность дифференциально-фотометрического фотометрического метода анализа. Назначение светофильтров и фотоэлементов в приборах. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Принцип устройства фотоэлектродиметров?
2. На чем основаны фотоэлектродиметрические методы?
3. Какие величины рассчитывают при фотоэлектродиметрическом методе анализа?
4. В чем сущность законов Бугера – Ламберта, Бера, Бугера – Ламберта- Бера?
5. Каковы основные этапы выполнения фотометрического определения?
6. Какие факторы необходимо учитывать при выборе толщины светопоглощающего слоя (кюветы)?

7. Какой способ определения концентрации меди используется в данной работе?

**Лабораторная работа № 10. Фотокolorиметрическое определение содержания железа (III) в виде комплекса с сульфосалициловой кислотой (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре
2. Использовать основной закон светопоглощения для экспериментального определения содержания железа (III) в виде комплекса с сульфосалициловой кислотой в растворах.

**Содержание работы:**

1. Приготовление рабочих и стандартных растворов, содержащих железо (III).
2. Выбор кюветы, светофильтра.
3. Фотометрирование и построение градуировочного графика.
4. Анализ исследуемого раствора и расчет содержания железа (III).

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Какие методы молекулярной спектроскопии основаны на процессах светопоглощения, светорассеяния и светоиспускания?
2. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера.
3. Для чего необходимо знать спектральную характеристику окрашенного соединения? В чем отличие таких характеристик, как макс.  $\lambda$  и оптим.  $\lambda$ ?
4. Какие способы определения концентрации используют в фотокolorиметрическом методе анализа?
5. Чем коэффициент светопоглощения отличается от молярного коэффициента поглощения?
6. Какой интервал значений оптической плотности рекомендуется при фотокolorиметрических определениях.
7. Какой способ определения концентрации железа (III) используется в данной работе?
8. Особенности методики определения железа (III) в виде комплекса с сульфосалициловой кислотой в растворах.

## **Лабораторная работа № 11. Фотоколориметрическое определение содержания железа (III) в виде тиоцианатного комплекса (4 ч).**

### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре
2. Использовать основной закон светопоглощения для экспериментального определения содержания железа (III) в виде тиоцианатного комплекса.

### **Содержание работы:**

1. Приготовление рабочих и стандартных растворов, содержащих железо (III).
2. Выбор кюветы, светофильтра.
3. Фотометрирование и построение градуировочного графика.
4. Анализ исследуемого раствора и расчет содержания железа (III).

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Дайте определение понятий светопропускание, светопоглощение, оптическая плотность. Какова математическая зависимость между ними?
2. В чем сущность законов Бугера – Ламберта, Бера, Бугера – Ламберта - Бера? Каковы графические зависимости выражающие закон Бера?
3. Что такое фотоэффект? Какие вещества относят к оптически активным?
4. Привести примеры использования в фотометрическом анализе реакций: а) комплексообразования; б) окисления-восстановления.
5. Основные приемы фотометрического анализа: метод сравнения, метод калибровочного графика.
6. Какой методы используют для расчета концентрации определяемого компонента в данной работе?
7. В чем особенность экспериментального определения содержания железа (III) в виде тиоцианатного комплекса?

## **Лабораторная работа № 12. Фотометрическое определение железа (II) и (III) с сульфосалициловой кислотой в воде источника водоснабжения (4 ч).**

### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре.

2. Научиться определять и рассчитывать концентрации анализируемых веществ в природных объектах.

**Содержание работы:**

1. Приготовление растворов. Построение градуировочного графика. Определение общего содержания железа (II) и (III).
2. Приготовление растворов. Построение градуировочного графика. Определение содержания ионов железа (III).
3. Анализ исследуемого раствора, расчет содержания железа (II) и (III).

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочные графики и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Основной закон светопоглощения. Причины, вызывающие отклонения от закона Бугера–Ламберта–Бера.
2. На чем основана работа фотоэлектродетектора? Каково назначение фотоэлементов в приборах?
3. Каков порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе? Каково назначение светофильтров?
4. В чем отличие фотодетекции от спектрометрии?
5. Для чего необходимо знать спектральную характеристику окрашенного соединения? В чем отличие таких характеристик, как макс.  $\lambda$  и оптим.  $\lambda$ ?
6. Какой способ определения концентрации железа (II) и (III) используется в данной работе?
7. Как готовят стандартные растворы для построения калибровочных графиков?

**Лабораторная работа № 13. Фотометрическое определение железа в присутствии никеля (4 ч)**

**Цель работы:**

1. Научиться выбирать оптимальный светофильтр для анализа смеси катионов.
2. Научиться определять и рассчитывать концентрации анализируемых веществ исходя из физико-химических показателей.

**Содержание работы:**

1. Выбор оптимального светофильтра для фотометрирования железа в присутствии

никеля.

2. Приготовление стандартных растворов.
3. Построение градуировочного графика.
4. Определение железа в исследуемом растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочные графики и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭЖе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Для чего необходимо знать спектральную характеристику окрашенного соединения? В чем отличие таких характеристик, как макс.  $\lambda$  и оптим.  $\lambda$ ?
2. На чем основан принцип выбора оптимального светофильтра?
3. Какой способ определения концентрации железа используется в данной работе?
4. Как готовят стандартные растворы для построения калибровочных графиков?

**Лабораторная работа № 14. Определение содержания новокаина с использованием калибровочного графика (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре.
2. Научиться определять концентрации анализируемых веществ в лекарственных препаратах по калибровочному графику.

#### **Содержание работы:**

1. Приготовление раствора сравнения.
2. Построение калибровочного графика.
3. Приготовление исследуемого раствора. Выполнение анализа.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, калибровочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭЖе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования

основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Какие методы молекулярной спектроскопии основаны на процессах поглощения, светорассеяния и светоиспускания?
2. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера.
3. Как определяют концентрацию вещества фотометрическим методом, используя среднее значение молярного коэффициента поглощения?
4. Сущность фотокolorиметрического метода анализа с использованием калибровочного графика.
5. Как выбрать длину волны для фотометрических определений? Как выбирают светофильтр при определении новокаина?
6. Как готовится раствор сравнения и исследуемый раствор?

**Лабораторная работа № 15. Определение содержания левомицетина с использованием стандартного образца (4 ч).**

**Цель работы:**

1. Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре.
2. Научиться определять концентрации анализируемых веществ в лекарственных препаратах с использованием стандартного образца.

**Содержание работы:**

1. Приготовление исследуемого раствора.
2. Выполнение анализа.
3. Контрольный опыт.
4. Приготовление стандартного раствора левомицетина.
5. Расчет концентрации исследуемого вещества в растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе. Способ определения вещества с использованием стандартного образца.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

**Вопросы к теме:**

1. Что называется коэффициентом пропускания и оптической плотностью? В каких пределах изменяются эти величины?
2. Каким уравнением выражается основной закон свето поглощения Бугера-Ламберта-Бера?
3. Какие факторы могут привести к нарушению линейной зависимости оптической плотности от концентрации раствора?
4. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От каких факторов он зависит?
5. Как определяют концентрацию вещества фотометрическим методом с помощью одного стандарта? Указать недостатки и достоинства этого метода.
6. Приведите формулу расчета исследуемого образца.

**Лабораторная работа № 16. Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах (4 ч).**

**Цель работы:**

Научиться определять компоненты раствора экстракционно-фотометрическим методом.

Закрепить навыки экстрагирования.

**Содержание работы:**

1. Расчет объема раствора, содержащего определенное количество анализируемого вещества
2. Экстрагирование и анализ исследуемого раствора.
3. Построение градуировочного графика.
4. Расчет концентрации молибдена в исследуемом растворе.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность фотометрического метода анализа. Порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения фотометрических определений. Выбирать кювету и светофильтр. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Приведите классификацию спектральных методов в зависимости от длины волны (частоты) падающего излучения.
2. В чем различие: а) эмиссионных и абсорбционных методов, в) атомной и молекулярной спектроскопии? Приведите примеры разновидностей этих методов.
3. В чем отличие спектрофотометра от фотоэлектроколориметров, однолучевых приборов от двухлучевых (принципиальные схемы)?
4. Фотоэффект как основа фотоэлектроколориметрического метода.
5. Физический смысл молярного коэффициента абсорбции.
6. Как определяют концентрацию вещества фотометрическим методом, используя среднее значение молярного коэффициента поглощения?
7. Как проводится экстрагирование молибдентоцианатного комплекса, преимущества данного метода?
8. В чем сущность метода градуировочного графика и каковы его особенности.

### **Тема 4. Хроматографические методы анализа.**

**Лабораторная работа № 17. Тонкослойная хроматография. Выделение и определение кадмия в сточных водах (4 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Освоить навыки тонкослойной хроматографии.
2. Научиться готовить исследуемую пробу к хроматографированию.

#### **Содержание работы:**

1. Приготовление разбавленного стандартного раствора кадмия.
2. Экстрагирование кадмия и подготовка исследуемой пробы к хроматографированию.
3. Хроматографирование растворов.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность хроматографического метода анализа, основные понятия и определения метода. Сущность тонкослойной хроматографии.

**Уметь:** Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

### **Вопросы к теме:**

1. Сущность хроматографического метода анализа.
2. Адсорбция, её виды и методы определения.
3. Подвижная и неподвижная фаза, элюэнт – дайте определение этим понятиям.

4. Сущность тонкослойной хроматографии.
5. Какие растворы можно использовать в качестве подвижной фазы?
6. Какие требования предъявляются к неподвижной фазе?
7. Как определяют  $R_f$  в методе ТСХ? От чего зависит эта величина и какие условия нужно поддерживать постоянными при проведении эксперимента?
8. Как можно определить концентрации компонентов смеси после разделения методом ТСХ?

## **Тема 5. Кинетические методы анализа**

### **Лабораторная работа № 18. Определение кобальта в растворе (6 ч).**

#### **Цель работы:**

1. Научиться определять концентрацию вещества в растворе кинетическим методом.
2. Освоить навыки обработки результатов анализа с использованием интегрального варианта кинетических методов.

#### **Содержание работы:**

1. Построение градуировочного графика.
2. Анализ исследуемого раствора.

**Результаты лабораторной работы:** Отчет предоставляется в письменном виде и должен содержать краткое описание хода работы, расчетную часть, градуировочный график и выводы по работе.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**Знать:** Сущность кинетических методов анализа, основанных на учении о химическом равновесии, химической кинетике и катализе.

**Уметь:** Собирать простейшие установки для проведения определений. Готовить пробу для анализа, составлять схемы анализа, проводить количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой. Строить градуировочный график. Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.

**Владеть:** Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы. Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

#### **Вопросы к теме:**

1. Почему в кинетических методах наиболее часто используют каталитические реакции, в которых определяемое вещество является катализатором?
2. Какие физико-химические методы чаще всего применяют для регистрации скорости индикаторных реакций и почему?
3. Для определения кобальта используют реакцию обесцвечивания ализарина пероксидом водорода в щелочном растворе. Почему для обработки экспериментальных данных применяют интегральный вариант кинетических методов?

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ И ЭКЗАМЕНУ

#### 3 семестр

1. Задачи и методы аналитической химии. Основные разделы современной аналитической химии.
2. Классификация и номенклатура химических и физико-химических методов анализа в соответствии с рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).
3. Рекомендации ИЮПАК по записи принятых обозначений и графическому представлению экспериментальных данных.
4. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Дробный и систематический анализ.
5. Микрорентгенофлуориметрический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов).
6. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков.
7. Основные стадии химического анализа. Подготовка образца к анализу. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Способы получения представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава.
8. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений.
9. Основные методы разделения и концентрирования (методы испарения, экстракция, избирательная адсорбция, отгонка (дистилляция, возгонка), зонная плавка, электрохимические и хроматографические методы), их роль в химическом анализе.
10. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).
11. Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов.
12. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Природа и характеристика экстрагентов.
13. Метод анализа вещества, основные характеристики методов анализа. Методика анализа. Виды и этапы анализа.
14. Качественный и количественный анализ. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрорентгеноанализ.
15. Основные требования к методам анализа: предел обнаружения, избирательность, специфичность, правильность, воспроизводимость, экспрессность.
16. Типы аналитических реакций и реагентов.
17. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности). Способы повышения чувствительности и избирательности методов.
18. Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция.
19. Константы равновесия реакций и процессов: термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
20. Скорость реакций в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость.

- Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции.
21. Важнейшие органические реагенты, применяемые для обнаружения и определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования, разделения. Возможности использования органических реагентов в различных методах анализа.
  22. Константа распределения. Степень извлечения. Условия разделения двух веществ. Влияние различных факторов на процессы экстракции: объем экстрагента, число экстракций, рН среды и т.д.
  23. Методы выделения, разделения и концентрирования. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших.
  24. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури.
  25. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности и основности и их показатели.
  26. Теория Дебая-Хюккеля. Общая концентрация и активность ионов в растворе. Коэффициенты активности. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов.
  27. Вычисления рН растворов кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.
  28. Кислотные и основные свойства растворителей. Протолитические равновесия в воде. Константа автопротолиза.
  29. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.
  30. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.
  31. Гидролиз. Константа и степень гидролиза.
  32. Вывод формулы для расчета значений рН растворов солей подвергшихся гидролизу по аниону.
  33. Вывод формулы для расчета значений рН растворов солей подвергшихся гидролизу по катиону.
  34. Вывод формулы для расчета значений рН растворов солей подвергшихся гидролизу по катиону и аниону.
  35. Буферные растворы и их свойства. Вычисление рН буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и ее соль, слабое основание и ее соль.
  36. Буферная емкость. Использование буферных систем в анализе.
  37. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
  38. Основные положения титриметрического анализа. Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
  39. Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование.
  40. Основные приемы титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы определения (отдельных навесок, аликвотных частей).
  41. Способы выражения концентраций в титриметрическом анализе (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчета (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент).
  42. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты.
  43. Методы установления конечной точки титрования (визуальные, инструментальные). Виды кривых титрования и принципы их построения. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
  44. Типовые расчеты в титриметрическом анализе. Расчет массы стандартного

- вещества, необходимый для приготовления титранта.
45. Расчет концентрации титранта при его стандартизации. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования.
  46. Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Основные реакции и титранты метода. Типы кислотно-основного титрования (ацидиметрия, алкалиметрия).
  47. Индикация конечной точки кислотно-основного титрования. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к индикаторам.
  48. Механизм изменения окраски кислотно-основных индикаторов: ионная, хромофорная и ионно-хромофорная теории индикаторов кислотно-основного титрования. Интервал pH перехода окраски индикатора. Показатель титрования (pT). Правило выбора индикаторов.
  49. Кривые кислотно-основного титрования. Выбор индикаторов по кривой титрования. Ошибки кислотно-основного титрования.
  50. Расчет pH на различных этапах титрования, построение и анализ типичных кривых титрования сильной кислоты щелочью.
  51. Расчет pH на различных этапах титрования, построение и анализ типичных кривых титрования сильного и слабого основания – кислотой.
  52. Скачок титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры, ионной силы на величину скачка на кривой титрования.
  53. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Классификация растворителей, применяемых в неводном титровании (протонные, апротонные). Ограничение возможностей методов титрования в водных растворах. Применение кислотно-основного титрования в неводных средах.
  54. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии.
  55. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.
  56. Ступенчатое комплексообразование. Факторы, влияющие на комплексообразование.
  57. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и константы нестойкости комплексных соединений, функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Условные константы устойчивости комплексов.
  58. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов.
  59. Комплексометрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям в комплексометрии. Классификация методов и их применение.
  60. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии.
  61. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Примеры практического применения метода комплексометрического титрования.
  62. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности и ошибки комплексометрического титрования.
  63. Кривые комплексометрического титрования, их расчет и построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования (устойчивость комплексонов, концентрации ионов металла и комплексона, pH раствора).
  64. Индикаторы комплексометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам; интервал изменения окраски индикаторов. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.

65. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии.
66. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.
67. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар (редокс-потенциалы, электродные окислительно-восстановительные потенциалы).
68. Потенциал реакции (электродвижущая сила реакции). Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал.
69. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами.
70. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций.
71. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.
72. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация окислительно-восстановительных методов титрования. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования, требования, предъявляемые к реакциям.
73. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное) и расчеты результатов титрования.
74. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов (обратимые, необратимые). Интервал изменения окраски индикатора. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе (дифениламин, фенантролиновая кислота, ферроин и др.).
75. Кривые окислительно-восстановительного титрования: расчет, построение, анализ. Выбор индикатора на основании кривой титрования.
76. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила.
77. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования, их происхождение, расчет, устранение.
78. Общая характеристика перманганатометрического метода титрования. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия проведения определений. Определение конечной точки титрования. Область применения.
79. Общая характеристика дихроматометрического метода титрования. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия проведения определений. Определение конечной точки титрования. Область применения.
80. Общая характеристика йодиметрического, йодометрического метода титрования. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия проведения определений. Определение конечной точки титрования. Область применения.
81. Общая характеристика йодатометрического, броматометрического, нитритометрического, цериметрического титрования метода титрования. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия проведения определений. Определение конечной точки титрования. Область применения.
82. Понятие о природе образования осадков. Осадки и их свойства. Схема образования осадка.
83. Кристаллические и аморфные осадки. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста.
84. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры).
85. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение. Получение и промывание осадков. Причины загрязнения осадка (совместное

- осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
86. Растворимость. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц.
  87. Равновесие в системе раствор - осадок. Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита. Условия образования осадков малорастворимых сильных электролитов.
  88. Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов (добавок электролита с одноименным ионом, добавок постороннего (индифферентного) электролита. действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления- восстановления, структура и размер частиц.
  89. Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический, макро-, полумикро-, микро-, ультрамикрoанализ). Использование качественного анализа в химическом анализе.
  90. Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые).
  91. Качественный анализ катионов и анионов. Аналитическая классификация катионов по группам: сероводородная (сульфидная), кислотно-основная, аммиачно-фосфатная. Ограниченность любой классификации катионов по группам. Дробный и систематический анализ.
  92. Кислотно-основная классификация катионов по группам. Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу.
  93. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.
  94. Качественный анализ анионов. Аналитическая классификация анионов по группам по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам.
  95. Аналитические реакции анионов различных аналитических групп. Методы анализа смесей анионов различных аналитических групп.
  96. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Классификация методов гравиметрического анализа.
  97. Важнейшие органические и неорганические осадители. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости.
  98. Общая схема гравиметрического определения. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Расчеты в гравиметрических определениях. Погрешности в гравиметрическом анализе. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.
  99. Принципы весовых определений. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.
  100. Осадительное титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе окислительного титрования. Классификация методов осадительного титрования.
  101. Аргентометрия – основы метода. Титранты метода осадительного титрования, их приготовление, стандартизация.
  102. Метод Мора. Условия титрования по методу Мора.
  103. Метод Фольгарда (тиоцианатометрия). Условия титрования по методу Фольгарда.
  104. Метод Фаянса-Ходакова. Условия титрования по методу Фаянса-Ходакова.
  105. Кривые осадительного титрования. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.).

Способы обнаружения конечной точки титрования.

106. Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов.
107. Меркурометрия – основы метода.

#### 4 семестр

1. Аналитический сигнал. Классификация физико-химических методов анализа.
2. Измерение аналитического сигнала. Понятие холостой пробы и эталона. Зависимость аналитического сигнала от количественного состава пробы.
3. Приемы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа. Метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок.
4. Инструментальное титрование.
5. Метрологические характеристики инструментальных методов анализа.
6. Классификация ошибок химического и физико-химического анализа (систематическая, случайная).
7. Систематическая ошибка, процентная систематическая ошибка. Источники систематических ошибок (методические, инструментальные, индивидуальные).
8. Оценка правильности результатов количественного анализа (использование стандартных образцов, анализ исследуемого объекта другими методами, метод добавок, метод удвоения).
9. Случайные ошибки. Некоторые понятия математической статистики и их использование в количественном анализе. Случайная величина, варианта, генеральная совокупность, выборка, распределение Стьюдента.
10. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. стандартное отклонение.
11. Оценка методов анализа по правильности и воспроизводимости. Оценка допустимого расхождения результатов параллельных определений.
12. Требования к метрологическим характеристикам методов и методик в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.
13. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация электрохимических методов анализа.
14. Основные узлы приборов электрохимических методов анализа. Электрохимические ячейки.
15. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока.
16. Потенциометрия. Классификация методов потенциметрического анализа. Способы проведения анализа в потенциометрии.
17. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.
18. Электроды в потенциометрии, их назначение. Индикаторные электроды, требования к индикаторным электродам.
19. Электроды сравнения. Требования к электродам сравнения.
20. Принцип действия электронообменных и ионообменных электродов.
21. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов.
22. Электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами.
23. Стекланный электрод, устройство, принцип работы.
24. Потенциал ионоселективного электрода в отсутствие посторонних ионов и в присутствии мешающих ионов.
25. Основные электрохимические характеристики ИСЭ. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика, предел определения потенциал определяющего иона.

26. Выбор системы электродов для проведения анализа. Примеры практического применения ионометрии: определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
27. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.
28. Выбор индикаторных электродов для химических реакций разного типа: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.
29. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Основные узлы приборов. Кондуктометрическая ячейка.
30. Удельная электропроводность. Факторы, влияющие на удельную электропроводность.
31. Эквивалентная электропроводность и подвижность ионов, факторы, влияющие на эквивалентную электропроводность. Уравнение Кольрауша, уравнение Онзагера.
32. Прямая кондуктометрия. Приемы нахождения неизвестной концентрации: метод градуировочного графика, расчетный метод.
33. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Факторы, влияющие на четкость излома на кривых кондуктометрического титрования.
34. Кулонометрия. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества.
35. Прямая кулонометрия и косвенная (кулонометрическое титрование).
36. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале.
37. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта.
38. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
39. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.
40. Сущность и особенности вольтамперометрии, классификация методов. Электрохимические ячейки.
41. Индикаторные электроды, поляризация электрода. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.
42. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток.
43. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллополярография).
44. Полярография. Качественный анализ. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского.
45. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны.
46. Количественный анализ. Уравнение Ильковича. Явления, искажающие вид полярограмм.
47. Инверсионная вольтамперометрия. Методы концентрирования определяемого элемента на электроде. Достоинства перед другими методами.
48. Амперометрическое титрование. Сущность метода.
49. Индикаторные электроды в амперометрии. Выбор потенциала индикаторного электрода.
50. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования.
51. Оптические методы анализа. Общий принцип метода. Классификация оптических методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по используемой области электромагнитного спектра, по природе энергетических переходов).
52. Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения.

53. Основные типы взаимодействия вещества с излучением. Классификация спектроскопических методов по энергии.
54. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).
55. Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы.
56. Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.
57. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Сущность метода. Цвет и спектр. Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром.
58. Основные законы светопоглощения Бугера. Объединенный закон светопоглощения Бугера-Ламберта – Бера-Бернара. Отклонения от закона, их причины (химические; температура, эффекты, обусловленные растворителем; рассеяние света; монохроматизация излучения). Оптическая плотность и светопропускание, связь между ними.
59. Коэффициент поглощения света и коэффициент погашения – молярный и удельный. Связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения света. Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.
60. Аналитические возможности и метрологические характеристики фотометрических методов анализа.
61. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем.
62. Методы абсорбционного анализа: колориметрия, фотоколориметрия, спектрофотометрия. Основные узлы и общий принцип работы приборов абсорбционной спектроскопии, методы диафрагмирования.
63. Визуальная колориметрия. Метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления. Их сущность. Применение в анализе.
64. Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметрия. Сущность метода, достоинства и недостатки, применение.
65. Количественный фотометрический анализ. Основные этапы и выбор условий фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения).
66. Определение концентрации анализируемого раствора: метод градуировочного графика, метод одного стандарта, определение концентрации по молярному (или удельному) коэффициенту погашения, метод добавок стандарта.
67. Определение концентрации нескольких веществ при их совместном присутствии: фотометрический анализ двухкомпонентных смесей.
68. Спектрофотометрия. Сущность метода, достоинства и недостатки.
69. Погрешности спектрофотометрического анализа, их природа, устранение. Приборы в спектрофотометрии.
70. Применение метода спектрофотометрии для исследования реакций (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения.
71. Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных смесей.
72. Сущность хроматографических методов анализа. Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
73. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию

- подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
74. Газовая хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Области применения газовой хроматографии.
  75. Основные теоретические подходы в газовой хроматографии: теория теоретических тарелок и кинетическая теория. Основные параметры хроматограммы.
  76. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
  77. Условия проведения хроматографического анализа. Качественный и количественный хроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, применение относительных поправочных коэффициентов, метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта.
  78. Сущность кинетических методов. Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов; их чувствительность и селективность.
  79. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: окисления-восстановления, обмена лигандов в комплексах, превращения органических соединений, фотохимические и ферментативные реакции.
  80. Способы определения концентрации по данным кинетических измерений. Примеры практического применения.

#### 4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения очная

| Название разделов и тем   | Вид самостоятельной работы   | Объем в часах | Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.) |
|---|--|---------------|---|
| <b>Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Химические методы анализа</b>  |  |               |   |
| 1. Введение в предмет аналитическая химия. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии.                                    | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию и экзамену.                             | 4             | тестирование  |
| 2. Гетерогенные равновесия в системе осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Качественный анализ. | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 18            | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач    |
| 3. Кислотно - основные равновесия в аналитической химии.  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 12            | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач    |
| 4. Комплексные соединения в аналитической химии.  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 4             | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач    |
| 5. Равновесие в окислительно-   | Проработка учебного  | 6             | тестирование  |

|   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| восстановительных системах.   | материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.                     |    | коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач                 |
| 6. Количественный анализ. Гравиметрия.                                | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 6  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| 7. Титриметрические методы анализа.                                   | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 22 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| <b>Раздел 2. Инструментальные (физико-химические) методы анализа.</b> |  |    |  |
| 1. Общая характеристика физ.-химических методов анализа.              | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 6  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| 2. Электрохимические методы анализа                                   | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 30 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| 3. Оптические методы анализа.   | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 28 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| 4. Хроматографические методы анализа                                  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 4  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |
| 5. Кинетические методы анализа.                                       | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. | 4  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка<br>решения<br>задач |

### **Примеры тестовых заданий для текущего контроля и контроля самостоятельной работы обучающихся**

1. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии это:
  - 1) реакции окисления-восстановления
  - 2) нейтрализации
  - 3) гидролиза
  - 4) осаждения
  - 5) сольволиза

2. Макроанализ - это, когда масса пробы в мг:
  - 1) 100-99
  - 2) 100-10
  - 3) 10-10<sup>3</sup>
  - 4) <10<sup>2</sup>
  - 5) <10<sup>-3</sup>
3. Фазовым анализом называют методы качественного и количественного анализа, позволяющие определять в анализируемом образце содержание:
  - 1) отдельных компонентов
  - 2) функциональных групп
  - 3) индивидуальных химических соединений
  - 4) многокомпонентной смеси веществ, различающихся по свойствам и физическому строению и ограниченных друг от друга поверхностями раздела
  - 5) ионов
4. Элементарным анализом называют методы качественного и количественного анализа, позволяющие определить в анализируемом образце содержание:
  - 1) отдельных компонентов
  - 2) функциональных групп
  - 3) индивидуальных химических соединений
  - 4) многокомпонентной смеси веществ, различающихся по свойствам и физическому строению и ограниченных друг от друга поверхностями раздела
  - 5) ионов.
5. Реакция, которая позволяет обнаруживать ион в смеси с другими ионами называется:
  - 1) селективной
  - 2) специфичной
  - 3) избирательной
  - 4) действием группового реагента
  - 5) ионно-обменной
6. Обнаружение ионов непосредственно в отдельных порциях исследуемого раствора, независимо от содержания в нем других ионов, является:
  - 1) дробным анализом
  - 2) систематическим анализом
  - 3) действием группового реагента
  - 4) реакциями отделения
  - 5) пробой на полноту осаждения
7. При отборе первичной средней пробы учитывается принцип
  - 1) партия вещества размельчается, перемешивается и средняя проба берется из центральной точки
  - 2) средняя проба берется из любой точки
  - 3) средняя проба составляется из точек по диагонали
  - 4) средняя проба составляется из порций, взятых из разных точек
  - 5) средняя проба составляется из порций, взятых из четырех точек по краям
8. «Мокрым» путем проводят анализ
  - 1) элементарный
  - 2) молекулярный
  - 3) ионный
  - 4) структурный
  - 5) фазовый
9. Чувствительность аналитической реакции определяется величиной
  - 1) произведения растворимости K<sub>с</sub>

- 2) молярной растворимости  $S$
  - 3) пределом обнаружения  $m$
  - 4) массовой концентрации вещества  $Cm$
  - 5) массовой доли вещества  $w$
10. Если константа равновесия реакции  $A+B = D+E$  равна  $10^6$ , то это означает, что
- 1) реакция протекает справа налево
  - 2) реакция не может протекать вообще
  - 3) реакция протекает слева направо
  - 4) скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции
  - 5) скорость прямой реакции больше скорости обратной реакции
11. Как изменится растворимость  $PbSO_4$  при добавлении  $KNO_3$ ?
- 1) уменьшится
  - 2) уменьшится затем увеличится
  - 3) не изменится
  - 4) увеличится затем уменьшится
  - 5) увеличится
12. Осадок образуется, если величина:
- 1)  $ИП = ПР$
  - 2)  $ИП > ПР$
  - 3)  $ИП < ПР$
  - 4) нет закономерности
  - 5)  $ИП = P \setminus ПР$
13. Растворимость осадка понижается при добавлении к нему:
- 1) кислоты
  - 2) разноименного иона
  - 3) одноименного иона
  - 4) основания
  - 5) комплексообразователя
14. К раствору содержащему ионы  $Ag^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  прибавляют раствор  $K_2C_2O_4$ .  $K_s(Ag_2C_2O_4) = 1,3 \cdot 10^{-12}$ ,  $K_s(BaC_2O_4) = 1,3 \cdot 10^{-10}$ ,  $K_s(PbC_2O_4) = 2 \cdot 10^{-14}$ , следовательно осадки будут выпадать в следующем порядке:
- 1)  $PbC_2O_4$ ,  $BaC_2O_4$ ,  $Ag_2C_2O_4$ ,
  - 2)  $PbC_2O_4$ ,  $Ag_2C_2O_4$ ,  $BaC_2O_4$ ,
  - 3)  $Ag_2C_2O_4$ ,  $BaC_2O_4$ ,  $PbC_2O_4$
  - 4) порядок выпадения не зависит от величины  $K_s$
  - 5) все осадки выпадают одновременно
15. Найдите растворимость  $AgCl$  (моль/л), если  $ПР_{AgCl} = 1 \cdot 10^{-10}$
- 1)  $10^{-10}$  моль/л
  - 2)  $10^{-7}$  моль/л
  - 3)  $10^{-5}$  моль/л
  - 4)  $10^{-3}$  моль/л
  - 5) 1 моль/л
16. Вычислите произведение растворимости соли  $AgI$ , если растворимость этой соли в воде равна  $10^{-8}$  моль/л
- 1)  $10^{-16}$
  - 2)  $5 \cdot 10^{-8}$
  - 3)  $10^{-7}$
  - 4)  $5 \cdot 10^{-4}$
  - 5)  $2,5 \cdot 10^{-10}$
17. Выпадает ли осадок, при смешивании равных объемов 0.01M раствора  $PbCl_2$  и 0.01M раствора  $K_2SO_4$ , если  $K_s(PbSO_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$

- 1) осадок не выпадает
  - 2) выпадает белый кристаллический осадок
  - 3) выпадает желтый аморфный осадок
  - 4) осадок выпадает только при стоянии
  - 5) выпадает белый аморфный осадок
18. При каком значении рН начинается осаждение  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  из раствора  $\text{MgCl}_2$  с концентрацией  $6 \cdot 10^{-2}$  моль/л, если  $K_s(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 6 \cdot 10^{-10}$
- 1) 2
  - 2) 4
  - 3) 6
  - 4) 8
  - 5) 10
19. Одинакова ли растворимость осадков  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{AgCNS}$ ,  $\text{CdCO}_3$ , если их произведение растворимости равны  $1,1 \cdot 10^{-12}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-12}$ ;  $2,1 \cdot 10^{-12}$ ;
- 1) растворимость  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  и  $\text{AgCNS}$  одинакова
  - 2) растворимость всех солей одинакова
  - 3) растворимость  $\text{CdCO}_3$  и  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  одинакова
  - 4) растворимость  $\text{CdCO}_3$  и  $\text{AgCNS}$  одинакова
  - 5) растворимость всех солей разная
20. По значению величины  $\text{p}K_s$  наиболее трудно растворимой солью в воде является осадок
- 1)  $\text{AgBr}$  12,28
  - 2)  $\text{AgCN}$  15,84
  - 3)  $\text{AgCl}$  9,75
  - 4)  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  11,95
  - 5)  $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  10
21. При разделении ионов по сероводородному методу используют классификацию
- 1) фосфатную
  - 2) сульфатную
  - 3) аммиачно-фосфатную
  - 4) сульфидную
  - 5) кислотно-основную
22. При осаждении карбонатов бария, стронция, кальция и отделении их от ионов магния используется буфер
- 1)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
  - 2)  $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
  - 5)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$
23. Произведение растворимости определяют по формуле
- 1)  $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$
  - 2)  $I = 1/2 \sum C_i \cdot z_i^2$
  - 3)  $m = C_{\text{lim}} \cdot V_{\text{min}} \cdot 10^6$
  - 4)  $K_s = [\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n$
  - 5)  $a = f \cdot C$
24. Сульфат свинца отделяют от сульфатов катионов III группы, используя реактив
- 1)  $\text{HCl}$
  - 2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - 3)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
  - 4)  $\text{NH}_3$
  - 5)  $\text{NaOH}$

25. Укажите условия при которых реактив  $\text{KH}_2\text{SbO}_4$  даже в отсутствии иона  $\text{Na}^+$  образует белый осадок
- 1)  $\text{pH} = 7$
  - 2)  $\text{pH} = 1$
  - 3)  $\text{pH} = 13$
  - 4) в сильнощелочном растворе
  - 5) в сильно охлажденном
26. Катионы  $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Ba}^{2+}$   $\text{Sr}^{2+}$  объединены в одну группу по кислотно-основной схеме анализа на основании того что
- 1) хроматы нерастворимы в воде
  - 2) сульфаты нерастворимы в воде
  - 3) карбонаты нерастворимы в воде
  - 4) карбонаты растворимы в минеральных кислотах
  - 5) сульфаты нерастворимы в минеральных кислотах
27. Из гидроксидов наиболее труднорастворимым соединением является
- 1)  $\text{Hg}(\text{OH})_2$   $K_s = 3,0 \cdot 10^{-20}$
  - 2)  $\text{Li}(\text{OH})$   $K_s = 4,0 \cdot 10^{-2}$
  - 3)  $\text{AgOH}$   $K_s = 1,6 \cdot 10^{-8}$
  - 4)  $\text{Al}(\text{OH})_3$   $K_s = 1,0 \cdot 10^{-32}$
  - 5)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $K_s = 6,0 \cdot 10^{-10}$
28. При нагревании проб в тигле до  $100-120^\circ\text{C}$  фиолетовые пары дают ионы
- 1)  $\text{NH}_4^+$
  - 2)  $\text{CO}_3^{2-}$
  - 3)  $\text{S}^{2-}$
  - 4)  $\text{IO}_3^-$
  - 5)  $\text{NO}_3^-$
29. Раствор приобрел рубиновый цвет и образовал комплекс с солями железа (III), а при нагревании с водой выделил бурый осадок. Какой это анион?
- 1) ацетат
  - 2) хлорид
  - 3) сульфат
  - 4) сульфид
  - 5) карбонат
30. Один из катионов 4 аналитической группы при систематическом ходе анализа постоянно меняет окраску в зависимости от реакции среды, какой это катион?
- 1)  $\text{Al}^{3+}$
  - 2)  $\text{Zn}^{2+}$
  - 3)  $\text{As}^{3+}$
  - 4)  $\text{Cr}^{6+}$
  - 5)  $\text{Cd}^{2+}$
31. Специфическими реагентами являются вещества
- 1) предназначенные для обнаружения искомых ионов в присутствии других ионов
  - 2) вызывающие химические превращения исследуемых веществ с образованием новых соединений
  - 3) реагирующие с ограниченным числом индивидуальных ионов
  - 4) реагирующие с целой группой ионов
  - 5) их нет
32. Селективными реагентами являются вещества
- 1) предназначенные для обнаружения искомых ионов в присутствии других ионов

- 2) вызывающие химические превращения исследуемых веществ с образованием новых соединений
  - 3) реагирующие с ограниченным числом индивидуальных ионов, иногда принадлежащих к разным группам
  - 4) реагирующие с целой группой ионов
  - 5) селективных реагентов не существует
33. Микрокристаллоскопическую реакцию на ионы калия осуществляет реактив
- 1)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
  - 2)  $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$
  - 3)  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$
  - 4)  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$
  - 5)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
34. На сульфид натрия подействовали нитратом серебра. Продукт реакции осадок
- 1) белого цвета
  - 2) черного цвета
  - 3) растворим в щелочах при нагревании
  - 4) кирпично-красного цвета
  - 5) растворим в карбонате натрия
35. Раствор соли меди окрашен в
- 1) зеленый цвет
  - 2) красный цвет
  - 3) голубой цвет
  - 4) черный цвет
  - 5) коричневый цвет
36. Продуктом реакции бромата калия и иодида натрия в кислой среде является
- 1) свободный иод
  - 2) бромид натрия
  - 3) иод (+4)
  - 4) бром (+4)
  - 5) иод (+5)
37. Реакция иодида калия с нитритом калия происходит с выделением свободного иода, который можно обнаружить
- 1) крахмалом
  - 2) фенолфталеином
  - 3) метиловым-оранжевым
  - 4) дифенилкарбозоном
  - 5) метиловым-красным
38. При действии концентрированного раствора аммиака на осадки гидроксидов 4,5,6 аналитических групп в раствор перейдет
- 1) 2
  - 2) 6
  - 3) 4
  - 4) 5
39.  $\text{Cd}^{2+}$  с избытком  $\text{NH}_3$  образует комплекс состава
- 1)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$
  - 2)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_2]^{2-}$
  - 3)  $[\text{Cd}(\text{OH})_4]^{2-}$
  - 4)  $\text{Cd}(\text{OH})_2$
  - 5)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
40. Аммиачный раствор соли меди окрашен
- 1) в розовый цвет

- 2) красный
  - 3) зеленый
  - 4) желтый
  - 5) синий
41. Ионы  $\text{Ca}^{2+}$  отделяют от ионов  $\text{Ba}^{2+}$  действием
- 1) растворимых солей щавелевой кислоты
  - 2) хромита калия
  - 3) сначала щавелевой кислотой затем дихроматом калия
  - 4) дихроматом калия при (pH = 5)
  - 5) ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$  при совместном присутствии не определяются
42. Какую из буферных систем используют в реакции открытия магния с гидрофосфатом натрия
- 1)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CONa}$
  - 3)  $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$
  - 5)  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$
43. Обнаружение  $\text{Co}^{2+}$  ионов с помощью реактива  $\text{KNO}_2$  проводят в среде
- 1) сильноокислой
  - 2) щелочной (pH > 7) в присутствии окислителей и восстановителей
  - 3)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (pH = 3) в отсутствии окислителей и восстановителей
  - 4) аммиачного буферного раствора (pH = 9)
  - 5) окислителей и восстановителей
44. Каким реактивом можно обнаружить ионы свинца в присутствии висмута?
- 1)  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
  - 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
45. Для растворения сульфидов кобальта и никеля используют реактив
- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 2)  $\text{NaOH}$
  - 3)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
  - 4)  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$
  - 5)  $\text{H}_2\text{O}$
46. Осадок  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  растворим в кислоте
- 1) разбавленной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , вследствие реакции  $\text{Mn}(\text{IV}) \rightarrow \text{Mn}(\text{VII})$
  - 2) концентрированной  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , вследствие образования хорошо растворимого  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
  - 3) 0,2 М  $\text{HNO}_3$ , вследствие реакции  $\text{Mn}(\text{IV}) \rightarrow \text{Mn}(\text{VII})$
  - 4) разбавленной  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , вследствие реакции  $\text{Mn}(\text{IV}) \rightarrow \text{Mn}(\text{VII})$
  - 5) в 6 М  $\text{HCl}$  при нагревании, вследствие реакции  $\text{Mn}(\text{IV}) \rightarrow \text{Mn}(\text{II})$
47. Катионы 6-ой аналитической группы объединены в одну группу по кислотно-основной схеме анализа на основании
- 1) гидроксиды их нерастворимы в избытке  $\text{NaOH}$
  - 2) сульфиды нерастворимы в уксусной кислоте
  - 3) гидроксиды растворимы в избытке  $\text{NaOH}$
  - 4) сульфиды нерастворимы в избытке  $\text{NaOH}$
  - 5) гидроксиды растворимы в избытке концентрированного  $\text{NH}_4\text{OH}$
48. Соединение ярко-красного цвета  $\text{Al}^{3+}$  образует с реактивом
- 1) дитизоном

- 2) реактивом Несслера
  - 3) ализарином
  - 4) тиомочевинной
  - 5) бензидином
49. Аммиачный комплекс соли никеля окрашен в
- 1) зеленый цвет
  - 2) красный
  - 3) желтый
  - 4) голубой
  - 5) черный
50. По систематическому анализу ионы кобальта открывают реактивом
- 1) Ринмана
  - 2) Чугаева
  - 3) Ильинского
  - 4) Фишера
  - 5) Тенарова
51. Продуктом взаимодействия группового реагента с ионами  $Al^{3+}$  является соединение состава:
- 1)  $Al_2O_3$
  - 2)  $Al(OH)_3$
  - 3)  $Al_2O_3$
  - 4)  $NaAlO_2$
  - 5)  $NaAlO_2$
52. Продуктом взаимодействия группового реагента с ионами  $Cr^{3+}$  в присутствии  $H_2O_2$  является соединение состава:
- 1)  $Cr_2O_3$
  - 2)  $Cr(OH)_3$
  - 3)  $Na_2CrO_4$
  - 4)  $NaCrO_2$
  - 5)  $Na_2Cr_2O_7$
53. Продуктом взаимодействия группового реагента с ионами  $Sr^{2+}$  является соединение состава...
- 1)  $SrO$
  - 2)  $Sr(OH)_2$
  - 3)  $Sr(NO_3)_2$
  - 4)  $SrCl_2$
  - 5)  $SrSO_4$
54. С реактивом  $K_4[Fe(CN)_6]$  трудно растворимую соль образует катион:
- 1)  $NH_4^+$
  - 2)  $Cd^{2+}$
  - 3)  $Na^+$
  - 4)  $K^+$
  - 5)  $As^{3+}$
55. Катион  $Bi^{3+}$  по кислотно-основной классификации относится к аналитической группе катионов:
- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4
  - 5) 5
56. Катион  $Sb^{3+}$  по кислотно-основной классификации относится к аналитической группе

катионов:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5

57. Осадок  $\text{BaCrO}_4$ :

- 1) белый
- 2) желтый
- 3) голубой
- 4) черный
- 5) зеленый

58. Осадок  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ :

- 1) бурый
- 2) желтый
- 3) голубой
- 4) черный
- 5) зеленый

59. Осадок каломели растворим в:

- 1) разбавленной азотной кислоте
- 2) концентрированной серной кислоте
- 3) царской водке
- 4) уксусной кислоте
- 5) концентрированном растворе аммиака

57. Станнат натрия можно получить, если на  $\text{SnCl}_2$  подействовать:

- 1) тиосульфатом натрия
- 2) хлороводородной кислотой
- 3) серной кислотой
- 4) избытком щелочи
- 5) избытком щелочи в присутствии пероксида водорода

58. Арсенат натрия можно получить, если на  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$  подействовать:

- 1) тиосульфатом натрия
- 2) хлороводородной кислотой
- 3) серной кислотой
- 4) избытком щелочи
- 5) избытком щелочи в присутствии пероксида водорода

59. Ортосурьмяную кислоту можно получить, если на  $\text{SbCl}_3$  подействовать:

- 1) тиосульфатом натрия
- 2) хлороводородной кислотой
- 3) серной кислотой
- 4) избытком щелочи
- 5) избытком щелочи в присутствии пероксида водорода

60. Молибденовая жидкость  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$  открывает анион:

- 1)  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
- 2)  $\text{SO}_3^{2-}$
- 3)  $\text{PO}_4^{3-}$
- 4)  $\text{CrO}_4^{2-}$
- 5)  $\text{SO}_4^{3-}$

61. Согласно кислотно-основной классификации катионы IV-ой аналитической группы имеет классификацию:

- 1)  $s^1$

- 2)  $s^2$   
 3) d  
 4) p + d  
 5) d + f
62. Согласно кислотно-основной классификации катионы V-ой аналитической группы имеет классификацию:
- 1)  $s^1$   
 2)  $s^2$   
 3) d  
 4) p + d  
 5) + d + f
63. Тиоцианат ион образует соединение, окрашенное в белый цвет с катионом:
- 1)  $Zn^{2+}$   
 2)  $Fe^{3+}$   
 3)  $Ag^+$   
 4)  $Co^{2+}$   
 5)  $Pb^{2+}$
64. Двойственный характер в реакциях окисления восстановления проявляет анион:
- 1) I  
 2)  $Br^-$   
 3)  $MnO_4^-$   
 4)  $CrO_4^{2-}$   
 5)  $NO_2^-$
65. Эффективная концентрация иона, соответственно которой он действует в химических реакциях, называется:
- 1) степенью диссоциации  
 2) константой диссоциации  
 3) ионной атмосферой  
 4) активностью  
 5) коэффициентом активности
66. Чему равна концентрация ионов  $H^+$  в растворе с pH= 3?
- 1)  $10^{-1}$   
 2)  $10^{-3}$   
 3)  $10^{-5}$   
 4)  $10^{-7}$   
 5)  $10^{-9}$
67. Вычислите pH буферной смеси, если  $C_{к-ты} = 0,1$  моль/л;  $C_{соли} = 0,01$  моль/л;  $K_{к-ты} = 1 \cdot 10^{-6}$
- 1) 1  
 2) 3  
 3) 5  
 4) 7  
 5) 9
68. Ионная сила раствора определяется по формуле:
- 1)  $I = 1/2 \sum C_i z_i^2$   
 2)  $K = K_1 / K_2$   
 3)  $f = a/C$   
 4)  $\alpha = C_{дисс} / C_{общ}$   
 5)  $m = C_{lim} \cdot V_{min} \cdot 10^6$
69. Предел обнаружения иона в растворе определяется по формуле:
- 1)  $I = 1/2 \sum C_i z_i^2$   
 2)  $K = K_1 / K_2$

- 3)  $f = a/C$   
 4)  $\alpha = C_{\text{дисс}} / C_{\text{общ}}$   
 5)  $m = C_{\text{лим}} \cdot V_{\text{мин}} \cdot 10^6$
70. Какая из приведенных реакций является реакцией автопротолиза?  
 1)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$   
 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+ + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$   
 3)  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3^0 + \text{H}_3\text{O}^+$   
 4)  $\text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}_2^+$   
 5)  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
71. Какое из уравнений соответствует закону разбавления Оствальда?  
 1)  $(C\alpha^2)/(1-\alpha)$   
 2)  $(C^2-\alpha)(1-\alpha)$   
 3)  $(1-\alpha)/C^2\alpha$   
 4)  $(1-\alpha)/(C\alpha^2)$   
 5)  $1/(C^2\alpha)$
72. Концентрация ионов водорода в растворах слабых кислот вычисляется по формуле  
 1)  $C_{\text{H}^+} = C_{\text{к-ты}}$   
 2)  $C_{\text{H}^+} = C \cdot \alpha$   
 3)  $C_{\text{H}^+} = C_{\text{OH}^-} = 10^{-7}$   
 4)  $C_{\text{H}^+} = -\lg C_{\text{H}^+}$   
 5)  $C_{\text{H}^+} = -\lg C_{\text{OH}^-}$
73. Для поддержания в водном растворе значения  $\text{pH} = 9$  пригодна буферная система:  
 1)  $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-$   
 2)  $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$   
 3)  $\text{NH}_4\text{Cl} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$   
 4)  $\text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{HPO}_4^{2-}$   
 5)  $\text{HCl} \leftrightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
74. Смешиваются равные объемы 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0,1М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .  
 Чему равен  $\text{pH}$  раствора , если  $K_{\text{к-ты}} = 1,85 \cdot 10^{-5}$   
 1) 1,00  
 2) 2,00  
 3) 3,00  
 4) 4,75  
 5) 6,00
75. Чтобы рассчитать  $\text{pH}$  буферных систем, состоящих из слабой кислоты и ее соли необходимо знать  
 1)  $a_{\text{к-ты}}$  и  $C_{\text{НАп}}/C_{\text{КтАп}}$   
 2)  $K_{\text{к-ты}}$  и  $C_{\text{НАп}}/C_{\text{КтАп}}$   
 3)  $K_{\text{к-ты}}$  и  $C_{\text{КтАп}}/C_{\text{НАп}}$   
 4)  $h_{\text{ст. гидролиза}}$  и  $C_{\text{НАп}}/C_{\text{КтАп}}$   
 5)  $h_{\text{ст. гидролиза}}$  и  $a_{\text{к-ты}}$
76. В 1л насыщенного водного раствора  $\text{CaCO}_3$  содержится  $7 \cdot 10^{-5}$  М соли. Произведение растворимости соли равно  
 1)  $2,3 \cdot 10^{-8}$   
 2)  $7,5 \cdot 10^{-3}$   
 3)  $4,9 \cdot 10^{-9}$   
 4)  $1,1 \cdot 10^{-5}$   
 5)  $6,5 \cdot 10^{-7}$
77. Самой сильной кислотой по значениям величины  $\text{pK}_a$  является  
 1) азотистая  $\text{pK}_a = 3,29$   
 2) аминуксусная  $\text{pK}_a = 9,77$

- 3) бензойная  $pK_a = 4,20$   
 4) муравьиная  $pK_a = 3,75$   
 5) уксусная  $pK_a = 4,76$
78. pH раствора для слабой кислоты вычисляется по формуле
- 1)  $pH = 1/2pK_a - 1/2lgC_a$
  - 2)  $pH = 1/pK_a + 1/2pK_a + 1/2lgC_a$
  - 3)  $pH = 1/2lgK_a$
  - 4)  $pH = pK_a - 1/2lgC$
  - 5)  $pH = 1/2pK_a - lgC_a$
79. Концентрацию ионов  $[OH^-]$  в растворе соли  $HCOONa$  рассчитывают по формуле
- 1)  $[OH^-] = K_b C_c$
  - 2)  $[OH^-] = (K_p / K_* \cdot C_c$
  - 3)  $[OH^-] = (K_p / K_* \cdot C_c$
  - 4)  $[OH^-] = K_w / K_a \cdot C_c$
  - 5)  $[OH^-] = K_p / (K_a \cdot K_*$
80. По значениям констант ионизации наиболее сильной кислотой является
- 1)  $K(CH_3COOH) = 1,82 \cdot 10^{-5}$
  - 2)  $K(H_2CO_3) = 4,13 \cdot 10^{-7}$
  - 3)  $K(H_2CO_3) = 4,7 \cdot 10^{-11}$
  - 4)  $K(HNO_2) = 5,1 \cdot 10^{-4}$
  - 5)  $K(H_2S) = 1,0 \cdot 10^{-12}$
81. Ацетатный буфер действует в области значений pH равным:
- 1) 2,7 – 4,7
  - 2) 3,7 – 5,7
  - 3) 6,2 – 8,2
  - 4) 8,2 – 10,2
  - 5) 10,2 – 12,2
82. Фосфатный буфер действует в области значений pH равным:
- 1) 2,7 – 4,7
  - 2) 3,7 – 5,7
  - 3) 6,2 – 8,2
  - 4) 8,2 – 10,2
  - 5) 10,2 – 12,2
83. В водном растворе гидролиз по аниону происходит у соли:
- 1)  $NaCl$
  - 2)  $NaNO_2$
  - 3)  $AlCl_3$
  - 4)  $Na_2SO_4$
  - 5)  $NaNO_3$
84. В водном растворе гидролиз по катиону и аниону происходит у соли:
- 1)  $Fe(CH_3COO)_3$
  - 2)  $AlCl_3$
  - 3)  $Na_2SO_4$
  - 4)  $ZnSO_4$
  - 5)  $NaCl$
85. Какое из соединений серебра растворяется в аммиаке?
- 1)  $AgCl$  ПП ( $AgCl$ ) =  $1,6 \cdot 10^{-10}$
  - 2)  $AgBr$  ПП ( $AgBr$ ) =  $7,0 \cdot 10^{-13}$
  - 3)  $AgI$  ПП ( $AgI$ ) =  $1,0 \cdot 10^{-16}$
  - 4)  $AgSCN$  ПП ( $AgSCN$ ) =  $1,0 \cdot 10^{-12}$
  - 5)  $Ag_2S$  ПП ( $Ag_2S$ ) =  $6,3 \cdot 10^{-50}$

86. Какое из веществ лучше выбрать для разрушения комплексного иона  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ?
- 1)  $\text{NaCl}$  ПП  $\text{PP}_{\text{AgCl}} = 1,6 \cdot 10^{-10}$
  - 2)  $\text{NaBr}$  ПП  $\text{PP}_{\text{AgBr}} = 7,0 \cdot 10^{-13}$
  - 3) +  $\text{NaI}$  ПП  $\text{PP}_{\text{AgI}} = 1,0 \cdot 10^{-16}$
  - 4)  $\text{NaSCN}$  ПП  $\text{PP}_{\text{AgSCN}} = 1,0 \cdot 10^{-12}$
  - 5)  $\text{NaOH}$  ПП  $\text{PP}_{\text{AgOH}} = 2,0 \cdot 10^{-8}$
87. Укажите наиболее устойчивый комплексный ион
- 1)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $K_{\text{H}} = 5,7 \cdot 10^{-8}$
  - 2)  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $K_{\text{H}} = 3,5 \cdot 10^{-10}$
  - 3)  $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ ,  $K_{\text{H}} = 8,5 \cdot 10^{-16}$
  - 4)  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $K_{\text{H}} = 1,4 \cdot 10^{-19}$
  - 5)  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $K_{\text{H}} = 5,0 \cdot 10^{-31}$
88. В каком случае можно ожидать разрушение комплекса при добавлении солей в разбавленный раствор  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$
- 1)  $\text{KBrO}_3$  ПП  $(\text{AgBrO}_3) = 5,5 \cdot 10^{-5}$
  - 2)  $\text{KCl}$  ПП  $(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10}$
  - 3)  $\text{KBr}$  ПП  $(\text{AgBr}) = 7,0 \cdot 10^{-13}$
  - 4)  $\text{K}_2\text{S}$  ПП  $(\text{Ag}_2\text{S}) = 6,3 \cdot 10^{-50}$
  - 5) осадок не образуется ни в одном из случаев
89. Потенциал водородного электрода в растворе при  $\text{pH} = 1$  и  $T = 298 \text{ K}$  равен:
- 1) 0 В
  - 2) 0,029 В
  - 3) 0,029 В
  - 4) -0,058 В
  - 5) 0,058 В
90. При каком соотношении концентраций окисленной и восстановленной форм значение реального потенциала редокс пары  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$  ( $E^0 = +0,15 \text{ В}$  больше стандартного ( $E_{\text{p}} > E^0$ ))
- 1)  $[\text{Sn}^{4+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 1:1$
  - 2)  $[\text{Sn}^{4+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 1:10$
  - 3)  $[\text{Sn}^{4+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 10:1$
  - 4)  $[\text{Sn}^{4+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 2:3$
  - 5)  $[\text{Sn}^{4+}]/[\text{Sn}^{2+}] = 3:3$
91. Величина реального потенциала системы  $\text{Ag}^+ + e \rightarrow \text{Ag}^0$  будет определяться выражением
- 1)  $E = E^0 + 0,058 \lg \text{PP}$
  - 2)  $E = E^0 - 0,058 \lg \text{PP}$
  - 3)  $E = E^0 + 0,058 \text{ pPP}$
  - 4)  $E = E^0 - RT/nF 3,3 \lg \text{PP}$
  - 5)  $E = E^0 + RT/F 3,3 \ln \text{PP}$
93. Стандартный потенциал пары  $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$  (+1,09 В) меньше, чем у пары  $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$  (+1,36 В) следовательно, возможно окисление
- 1)  $\text{Cl}^-$  иона до  $\text{Cl}_2$
  - 2)  $\text{Br}^-$  иона до  $\text{Br}_2$
  - 3)  $\text{Cl}^-$  иона до  $\text{Cl} (+5)$
  - 4)  $\text{Br}^-$  иона до  $\text{Br} (+5)$
  - 5)  $\text{Br}^-$  иона до  $\text{Br} (+4)$
94. Стандартный потенциал пары  $\text{I}_2/2\text{I}^-$  (+0,54 В) меньше, чем у пары  $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$  (+1,36 В), следовательно, вещества окисляющие  $\text{Cl}^-$  ионы до  $\text{Cl}_2$ ,
- 1) не могут окислить  $\text{I}^-$  ионы до  $\text{I}_2$
  - 2) + могут окислить  $\text{I}^-$  ионы до  $\text{I}_2$

- 3) могут окислить I<sup>-</sup> ионы до I<sup>+4</sup>  
 4) могут окислить I<sup>-</sup> ионы до I<sup>+2</sup>  
 5) могут окислить I<sup>-</sup> ионы до I<sup>+3</sup>
95. Чему будет равна ЭДС реакции, если стандартные потенциалы пар имеют значения равными  $E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ В}$  и  $E^{\circ}(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15 \text{ В}$ ?
- 1) 0,92 В  
 2) 0,62 В  
 3) -0,92 В  
 4) -0,62 В  
 5) 0,77 В
96.  $\text{KMnO}_4$  обычно применяют для окисления веществ в кислой среде, тогда механизм и редокс-потенциал его восстановления соответствует реакции
- 1)  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  ( $E^{\circ} = +1,51 \text{ В}$ )  
 2)  $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  ( $E^{\circ} = +1,69 \text{ В}$ )  
 3)  $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$  ( $E^{\circ} = +0,59 \text{ В}$ )  
 4)  $\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  ( $E^{\circ} = +0,58 \text{ В}$ )  
 5)  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^0$  ( $E^{\circ} = -1,18 \text{ В}$ )
97. Направление реакции между арсенит-ионами и йодом  $\text{AsO}_3^{3-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{AsO}_4^{3-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ , имеющие  $E^{\circ}(\text{AsO}_4^{3-}/\text{AsO}_3^{3-}) = +0,566$  и могут изменить факторы
- 1) повышение кислотности раствора  
 2) повышение щелочности раствора  
 3) охлаждение раствора  
 4) введение избытка йода  
 5) введение ионов магния
98. Сильнейшим восстановителем является анион:
- 1)  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
 2)  $\text{NO}_3^-$   
 3)  $\text{VO}_2^-$   
 4)  $\text{SO}_4^{2-}$   
 5)  $\text{PO}_4^{3-}$
99. Сильнейшим окислителем является анион:
- 1)  $\text{MnO}_4^-$   
 2) I<sup>-</sup>  
 3) Br<sup>-</sup>  
 4) S<sup>2-</sup>  
 5)  $\text{PO}_4^{3-}$
100. Индифферентными по отношению друг к другу в реакциях окисления восстановления являются анионы:
- 1)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{CO}_3^{2-}$   
 2)  $\text{IO}_3^- + \text{I}^-$   
 3)  $\text{BrO}_3^- + \text{Br}^-$   
 4)  $\text{KMnO}_4 + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
 5)  $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$
101. Раствор перманганата калия окисляет тиосульфат ион до иона:
- 1)  $\text{SO}_4^{2-}$   
 2)  $\text{SO}_3^{2-}$   
 3) S<sup>2-</sup>  
 4)  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$   
 5) S<sup>0</sup>

102. Йодид ион перманганатом калия в кислой среде окисляется до йода со степенью окисления равной:
- 1) - 4
  - 2) 0
  - 3) + 2
  - 4) + 4
  - 5) + 5
103. Нитрат ионы до азота со степенью окисления (-3) можно восстановить металлическим:
- 1) Ag
  - 2) Cu
  - 3) Mg
  - 4) Au
  - 5) Fe
104. Необходимыми условиями выполнения гравиметрического анализа являются:
- 1) анализируемое вещество должно осаждаться полностью
  - 2) осадок должен быть определенного химического состава
  - 3) осаждаемая форма должна легко переходить в гравиметрическую
  - 4) гравиметрическая форма должна быть соединением точно известного состава
  - 5) верно все
105. При гравиметрическом определении железа в соли Мора осадок отмывают от ионов:
- 1)  $\text{NO}_3^-$
  - 2)  $\text{Cl}^-$
  - 3)  $\text{PO}_4^{3-}$
  - 4)  $\text{SO}_4^{2-}$
  - 5)  $\text{NH}_4^+$
106. Требованиями, предъявляемыми к осадителю являются:
- 1) осадитель должен обладать летучестью
  - 2) специфическим
  - 3) должен давать практически нерастворимый осадок
  - 4) давать осаждаемую форму легко переходящую в гравиметрическую
  - 5) верно все
107. Гравиметрическая форма должна удовлетворять требованиям:
- 1) точно соответствовать химической формуле
  - 2) быть устойчивой
  - 3) содержание определяемого вещества в гравиметрической форме должно быть меньше  $K_s < 10^{-7} - 10^{-8}$  мол/л
  - 4) взвешиваемый осадок должен быть чистым
  - 5) верно все
108. Чтобы аморфные осадки были пригодны для фильтрации, необходимо создать условия:
- 1) добавлять электролит коагулятор
  - 2) предотвращать явление пептизации
  - 3) создавать условия для образования более плотных осадков
  - 4) уменьшить адсорбцию
  - 5) верно все
109. Оптимальным осадителем на ионы  $\text{Fe}^{3+}$  является:
- 1)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
  - 2) NaOH
  - 3)  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - 4)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_4$

- 5) HCl
110. Для фильтрации осадка AgCl используется фильтр:
- 1) черная лента
  - 2) синяя лента
  - 3) стеклянный
  - 4) желтая лента
  - 5) зеленая лента
111. При гравиметрическом определении  $Mg^{2+}$  реактив  $Na_2HPO_4$  для него является:
- 1) навеской
  - 2) промывной жидкостью
  - 3) осадителем
  - 4) электролитом
  - 5) посторонним ионом
112. Для получения аморфных осадков необходимо:
- 1) осаждение вести из концентрированных растворов
  - 2) осаждение вести из горячих растворов
  - 3) осадитель добавлять быстро
  - 4) осадок быстро отфильтровывают от маточного раствора
  - 5) верно все
113. Основными способами получения гравиметрической формы является:
- 1) высушивание
  - 2) прокаливание при  $800-1000^{\circ}$
  - 3) высушивание при  $100-120^{\circ}$
  - 4) электролиз
  - 5) верно все
114. Для предотвращения явления соосаждения в гравиметрии необходимо:
- 1) рациональный выбор осадителя
  - 2) оптимальные условия осаждения pH, температура
  - 3) удаление осаждаемых ионов в виде прочных комплексов
  - 4) разбавления раствора с целью понижения концентрации сокристаллизующихся примесей
  - 5) верно все
115. Навеской в гравиметрии для магния является соединение состава:
- 1)  $MgCl_2$
  - 2)  $MgSO_4$
  - 3)  $MgNH_4PO_4$
  - 4)  $MgP_2O_7$
  - 5)  $Mg(OH)_2$
116. Осаждаемой формой для цинка является соединение состава:
- 1)  $ZnCl_2$
  - 2)  $ZnSO_4$
  - 3)  $ZnNH_4PO_4$
  - 4)  $ZnP_2O_7$
  - 5)  $Zn(OH)_2$
117. Основные причины, вызывающие загрязнение осадка:
- 1) промывание осадка
  - 2) прокаливание осадка
  - 3) перемешивание раствора при осаждении
  - 4) добавление одноименного иона
  - 5) добавление разноименного иона
118. На полноту осаждения и свойства осадков влияет:

- 1) концентрация осаждаемого иона и осадителя
  - 2) количество добавленного осадителя
  - 3) температура
  - 4) концентрация посторонних примесей
  - 5) верно все
119. Причины, вызывающие загрязнение осадка:
- 1) растворимость в воде
  - 2) окклюзия
  - 3) адсорбция
  - 4) присутствие разноименных ионов
  - 5) верно все
120. Осадок СаО по структуре является:
- 1) кристаллическим
  - 2) аморфным
  - 3) творожистым
  - 4) гелеобразным
  - 5) студенистым
121. Осадок  $MgP_2O_7$  по структуре является:
- 1) кристаллическим
  - 2) аморфным
  - 3) творожистым
  - 4) гелеобразным
  - 5) студенистым
122. Гравиметрическую форму определения никеля получают с реактивом
- 1) Ильинского
  - 2) 8-оксихинолином
  - 3) диметилглиоксимом
  - 4) ализарином
  - 5) алюминоном
123. Для борьбы с окклюдируемыми примесями наиболее эффективным приемом является
- 1) слабое нагревание полученного осадка
  - 2) обработка полученного осадка слабым раствором кислоты
  - 3) обработка полученного осадка слабым раствором основания
  - 4) переосаждение полученного осадка
  - 5) добавление раствора летучего электролита
124. При подборе фильтра в гравиметрии учитывают
- 1) массу взятой навески
  - 2) количество добавленного осадителя
  - 3) объем осадка
  - 4) летучесть электролита
  - 5) объем промывной жидкости
125. Физический смысл изоморфизма при получении осадка
- 1) происходит поверхностный обмен ионов загрязняющего вещества с ионами осадка
  - 2) загрязняющие вещества адсорбируются на поверхности осадка
  - 3) загрязняющие вещества участвуют в построении кристаллической решетки осадка
  - 4) загрязняющие вещества захватываются внутрь частицами осадка
  - 5) загрязняющие вещества равномерно перемешаны в осадке

126. Сколько  $\text{H}_2\text{SO}_4$  должно быть в 100 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента его равным 0,1 моль·эquiv/л?
- 1) 4,9 г
  - 2) 0,49 г
  - 3) 9,8 г
  - 4) 0,98 г
  - 5) 98 г
127. Сколько г КОН содержится в 200 мл его раствора с молярной концентрацией эквивалента его равным 0,1 моль·эquiv/л?
- 1) 56 г
  - 2) 5,6 г
  - 3) 0,56 г
  - 4) 1,12 г
  - 5) 11,2 г
128. Причину изменения окраски кислотно-основных индикаторов наиболее полно характеризует определение
- 1) это окрашенные органические кислоты или основания, изменяющие свою окраску в зависимости от pH среды
  - 2) это слабые органические кислоты или основания, содержащие хромоформную группировку
  - 3) это слабые органические кислоты или основания, изменяющие свою окраску в зависимости от pH среды вследствие внутримолекулярной перегруппировки.
  - 4) это слабые органические кислоты или основания, изменение окраски которых связано со смещением равновесия диссоциации индикаторов (при изменении pH среды), сопровождающиеся изменением структуры индикаторов с появлением или исчезновением хромоформных групп или заменой одних хромоформных групп другими
  - 5) вещества неорганической природы, реагирующие на изменения pH среды
129. Точность отсчета по бюретке составляет
- 1) 1 мл
  - 2) 0,5 мл
  - 3) 0,1 мл
  - 4) 0,05 мл
  - 5) 0,02 мл
130. С помощью бюретки отмерен точно 21 мл жидкости, правильно этот объем должен быть записан следующим образом
- 1) 21 мл
  - 2) 21,0 мл
  - 3) 21,00 мл
  - 4) 21,000 мл
  - 5) 21,0000 мл
131. Фактор эквивалентности для  $\text{H}_3\text{PO}_4$  может быть равен
- 1) только 1
  - 2) только 1/2
  - 3) только 1/3
  - 4) 1, 1/2, 1/3 в зависимости от уравнения протекающей реакции
  - 5) 1, 1/2, 1/3 в зависимости от массы взятой кислоты
132. Прием титрования, при котором титруют растворы, получаемые растворением навески в произвольном объеме воды, называют
- 1) обратным титрованием

- 2) заместительным титрованием
  - 3) титрованием по остатку
  - 4) пипетированием
  - 5) способом отдельных навесок
133. Рассчитайте титр раствора, если в 250,0 мл его содержится 10,00 г NaOH:
- 1) 4,00
  - 2) 0,25
  - 3) 25,00
  - 4) 0,0400
  - 5) 0,400
134. Найдите нормальность раствора HCl, если титр его равен 0,003651 г/мл
- 1) 1,0
  - 2) 0,5
  - 3) 0,1
  - 4) 0,05
  - 5) 0,01
135. Титрантом алкалиметрии является раствор
- 1)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
  - 2) HCl
  - 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 5)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
136. Титруют слабое основание сильной кислотой, рН в начале титрования рассчитывают по формуле
- 1)  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$
  - 2)  $\text{pH} = 14 - (1/2 \text{pK}_b - 1/2 \lg C)$
  - 3)  $\text{pH} = 1/2 (\text{pK}_{a1} + \text{pK}_{a2})$
  - 4)  $\text{pH} = \text{pK}_a - \lg C_a / C_b$
  - 5)  $\text{pH} = 7 + 1/2 \text{pK}_a - \lg C_a / C_b$
137. Для раствора, содержащего слабую кислоту и соль этой кислоты от сильного основания, рН рассчитывают по формуле
- 1)  $\text{pH} = 1/2 [\text{pK}_a - \lg C_a]$
  - 2)  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$
  - 3)  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$
  - 4)  $\text{pH} = \text{pK}_a + \lg [C_a / C_c]$
  - 5)  $\text{pH} = 7 + 1/2 \text{pK}_a + 1/2 \lg C_b$
138. Математическим выражением вычисления молярной концентрации эквивалента раствора является
- 1)  $C_{\text{э}} = V / n_3(x) \cdot f_{\text{эКВ}}(x)$
  - 2)  $C_{\text{э}} = V \cdot M_3(x) / m(x) \cdot f_{\text{эКВ}}(x)$
  - 3)  $C_{\text{э}} = M_3(x) \cdot 1000 / V \cdot f_{\text{эКВ}}(x)$
  - 4)  $C_{\text{э}} = m(x) / M_3(x) \cdot V$
  - 5)  $C_{\text{э}} = n_3(x) \cdot 1000 / V \cdot M_3(x)$
139. При титровании оснований раствором хлороводородной кислоты  $C_{\text{э}} = 0,1$  моль·экв/л самый большой скачок наблюдается для
- 1) гидроксида бария  $K_b = 2,3 \cdot 10^{-1}$
  - 2) гидроксида аммония  $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$
  - 3) гидроксида кальция  $K_b = 4,0 \cdot 10^{-2}$
  - 4) триэтиленамина  $K_b = 1,0 \cdot 10^{-3}$
  - 5) гидроксида лития  $K_b = 6,8 \cdot 10^{-1}$

140. Интервалом значений рН перехода окраски кислотно-основных индикаторов является величина
- 1)  $pH = pK + 1\Delta pH$
  - 2)  $p = B / C \cdot V\Delta pH$
  - 3)  $pH = C_э \cdot \Delta pH \cdot T / V$
  - 4)  $pH = T \cdot 1000 / M_э\Delta pH$
  - 5)  $pH = pK \pm 1$
141. "Индикаторы- это слабые органические кислоты или основания, у которых неионизированные молекулы и ионы имеют различную окраску", - что является основным положением теории
- 1) хромофорной
  - 2) ионной
  - 3) ионно-хромофорной
  - 4) координационно-ионной
  - 5) всех этих теорий
142. Окраска органических соединений зависит от строения их молекул, и изменяется она от внутримолекулярной перегруппировки, что является основным положением теории
- 1) хромофорной
  - 2) ионной
  - 3) ионно-хромофорной
  - 4) координационно-ионной
  - 5) всех этих теорий
143. Основным уравнением теории индикаторов является
- 1)  $I = 1/2 \sum C_i z_i^2$
  - 2)  $E = E^0 + (RT/nF) \ln(C_{ox}/C_{red})$
  - 3)  $pH = pK - \lg(C_{кисл.ф.}/C_{осн.ф.})$
  - 4)  $C_{H^+} = K_a + C_k V_k / C_c V_c$
  - 5)  $a = f \cdot C$
144. При косвенном титровании
- 1) титрант прибавляют непосредственно к анализируемому раствору вспомогательного реагента, а оттитровывают продукт реакции
  - 2) к анализируемому раствору добавляют нефиксируемый избыток вспомогательного реагента, а оттитровывают продукт реакции
  - 3) к анализируемому раствору добавляют фиксированный избыток вспомогательного реагента, а оттитровывают его остаток
  - 4) титрант помещают в колбу для титрования, а раствор исследуемого вещества в бюретку
  - 5) нет такого титрования
145. При обратном титровании:
- 1) титрант прибавляют непосредственно к анализируемому раствору вспомогательного реагента, а оттитровывают продукт реакции
  - 2) к анализируемому раствору добавляют нефиксируемый избыток вспомогательного реагента, а оттитровывают продукт реакции
  - 3) к анализируемому раствору добавляют фиксированный избыток вспомогательного реагента и оттитровывают его остаток
  - 4) титрант помещают в колбу для титрования, а раствор исследуемого вещества в бюретку
  - 5) нет такого титрования

146. При прямом титровании способом отдельных навесок граммное содержание вещества рассчитывается по формуле
- 1)  $m = C_э \cdot V_p \cdot M_э$
  - 2)  $m = C_э \cdot V_p \cdot M_э \cdot 100 / a$
  - 3)  $m = (C_э \cdot V_p - C_эp \cdot V_p) \cdot M_э \cdot 100 / a$
  - 4)  $m = V \cdot T_p / A$
  - 5)  $m = (C_э \cdot V_p - C_эp \cdot V_p) \cdot M_э \cdot V_k \cdot 100 / a \cdot V_n$
147. Титр по определяемому веществу определяется по формуле
- 1)  $T = a / V$
  - 2)  $T_{p/A} = C_{эp} \cdot M_{эA} / 1000$
  - 3)  $N = a / V \cdot э$
  - 4)  $m = C_э \cdot M_э \cdot V_l$
  - 5)  $C_{эp}^I = C_э^II \cdot V_p^{II} / V_p^I$
148. Расчетная формула для определения массовой доли определяемого вещества в титриметрии
- 1)  $w\%(x) = T(x) \cdot C_э(x) \cdot 100\% / M_э(x) \cdot m(\text{пробы})$
  - 2)  $w\%(x) = M_э(\text{раб.п}) \cdot C_э(\text{раб.п}) \cdot 100\% / T(x) \cdot m(\text{пробы})$
  - 3)  $w\%(x) = C_э(\text{раб.п}) \cdot V(\text{раб.п}) \cdot M_э(x) / 10 \cdot m(\text{пробы})$
  - 4)  $w\%(x) = T(x) \cdot M(x) \cdot V(\text{раб.п}) \cdot 100\% / m(\text{пробы})$
  - 5)  $w\%(x) = M(x) \cdot f_{экв}(x) \cdot C_э(\text{раб.п}) \cdot 100\% / T(x) \cdot m \text{ пробы}$
149. При титровании какой кислоты раствором гидроксида натрия точка эквивалентности совпадает с точкой нейтральности?
- 1)  $H_3PO_4$
  - 2)  $HCl$
  - 3)  $CH_3CH_2COOH$
  - 4)  $CH_3COOH$
  - 5)  $HCOOH$
150. При определении карбонатной жесткости воды кислотно-основным методом используется индикатор
- 1) метиловый оранжевый
  - 2) метиловый красный
  - 3) фенолфталеин
  - 4) универсальный
  - 5) лакмус синий
151. При титровании кислоты щелочью метиловый оранжевый изменил свою окраску, концентрация ионов водорода в этот момент равна
- 1)  $10^{-1}$
  - 2)  $10^{-3}$
  - 3)  $10^{-4}$
  - 4)  $10^{-5}$
  - 5)  $10^{-6}$
152. Для построения кривой титрования слабой к-ты сильным основанием рН в промежуточных точках рассчитывают на основе формулы
- 1)  $pH = -lg[H^+]$
  - 2)  $pH = 1/2 pKa - 1/2 lg Ca$
  - 3)  $pH = pKa - lg Ca/Cc$
  - 4)  $pH = 1/2 (pK_1 + pK_2)$
  - 5)  $pH = 7 + 1/2 pKa + 1/2 lg C_в$
153. Какие из указанных веществ используются для стандартизации раствора  $KMnO_4$ ?
- 1)  $Na_2CO_3$

- 2)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$   
 3)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   
 4)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
 5)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
154. При какой концентрации рабочего раствора  $\text{KMnO}_4$  рекомендуется проводить титрование с использованием индикаторов
- 1) 1,0
  - 2) 0,1
  - 3) 0,05
  - 4) 0,02
  - 5) 0,01
155. Титр раствора щавелевой кислоты с  $M = 126,08$  г/моль, и  $C_{\text{э}} = 0,1005$  моль·экв/л равен:
- 1) 0,06568 г/мл
  - 2) 0,001582 г/мл
  - 3) 0,001582 г/мл
  - 4) 0,006330 г/мл
  - 5) 0,01582 г/мл
156. Молярная масса эквивалента тиосульфата натрия в реакции:  
 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_3^- \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3\text{I}^-$ ;  $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,19$  г/моль равна
- 1) 124,09 г/моль·экв
  - 2) 248,19 г/моль·экв
  - 3) 2482 г/моль·экв
  - 4) 12,409 г/моль·экв
  - 5) 24,82 г/моль·экв
157. Масса навески дихромата калия  $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294,22$  г/моль для приготовления 100 мл раствора его с  $C_{\text{э}} = 0,02$  моль·экв/л равна
- 1) 98,06 г
  - 2) 9,806 г
  - 3) 0,9806 г
  - 4) 0,09806 г
  - 5) 0,009806 г
158. Интервал перехода окраски индикатора (ИП) в методах ОВР определяется выражением
- 1)  $\text{ИП} = \text{pH} \pm 1$
  - 2)  $\text{ИП} = \text{pK} \pm 1$
  - 3)  $\text{ИП} = E^{\circ} + 0,059/n$
  - 4)  $\text{ИП} = T \cdot 1000 / M_{\text{э}}$
  - 5)  $\text{ИП} = E^{\circ}_{\text{ок}} - E^{\circ}_{\text{ред}}$
159. Титрантом при броматометрическом определении содержания салициловой кислоты является раствор
- 1)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
  - 2)  $\text{I}_2$
  - 3)  $\text{KBrO}_3$
  - 4)  $\text{HCl}$
  - 5)  $\text{KBr}$
160. Для полуреакции  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$  уравнение Нернста определяется выражением
- 1)  $E = E^{\circ} + 0,058/6 \lg[\text{Cr}^{3+}]^2/[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}^+]^{14}$
  - 2)  $E = E^{\circ} + 0,058/6 \lg[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}^+]^{14}/ [\text{Cr}^{3+}]^2$

- 3)  $E = E^{\circ} + 0,058/14 \lg [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}^+]^6 / [\text{Cr}^{3+}]^2$
- 4)  $E = E^{\circ} + 0,058/14 \lg [\text{Cr}^{3+}]^2 / [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}^+]^6$
- 5)  $E^{\circ} = E - 0,058/6 \lg [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}^+]^{14} / [\text{Cr}^{3+}]^2$
161. Верным условием приготовления раствора  $\text{KMnO}_4$  является:
- 1) точная навеска  $\text{KMnO}_4$  растворяется в определенном объеме воды
  - 2) готовят раствор  $\text{KMnO}_4$  приблизительной концентрации и сразу после приготовления стандартизируют
  - 3) готовят раствор  $\text{KMnO}_4$  приблизительной концентрации, кипятят 20-30 мин, охлаждают, фильтруют через бумажный фильтр, затем стандартизируют через 7-10 дней
  - 4) готовят раствор перманганата калия приблизительной концентрации и через 7-10 дней, отфильтровав его через стеклянный фильтр, стандартизируют
  - 5) готовят раствор перманганата калия точной концентрации, но через 10 дней фильтруют его через стеклянный фильтр
162. Почему раствор тиосульфата натрия не стандартизируют прямым титрованием по бихромату калия?
- 1) реакция его окисления протекает с низкой скоростью
  - 2) нет возможности фиксирования точки эквивалентности
  - 3) нет возможности взять точную навеску  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
  - 4) при титровании протекают побочные реакции, вследствие чего реакция не может быть выражена одним уравнением
  - 5) вследствие обратимости его реакции
163. При титровании  $\text{Fe}(\text{II})$  дихроматом калия скачок титрования лежит в интервале значений потенциалов 0,94 - 1,32 В, для индикации точки эквивалентности применяют индикатор:
- 1) дифениламин  $E^{\circ} = + 0,76 \text{ В}$
  - 2) фенилантрониловая кислота  $E^{\circ} = + 1,08 \text{ В}$
  - 3) дифениламин-азосульфоновая кислота  $E^{\circ} = + 0,84 \text{ В}$
  - 4) нейтральный красный  $E^{\circ} = + 0,24 \text{ В}$
  - 5) метиловый синий  $E^{\circ} = 0,53 \text{ В}$
164. При приготовлении раствора йода для титриметрических целей лучше использовать:
- 1) точную навеску йода, очищенного возгонкой из смеси его с известью и иодидом калия
  - 2) точную навеску имеющегося в продаже йода
  - 3) раствор йода в воде
  - 4) растворить йод в йодиде калия
  - 5) растворить йод в водно-спиртовой смеси
165. В методах осадительного титрования величина скачка на кривой титрования будет наибольшей для соединения:
- 1)  $\text{PP}_{\text{AgI}} = 8,3 \cdot 10^{-17}$
  - 2)  $\text{PP}_{\text{AgBr}} = 5,3 \cdot 10^{-13}$
  - 3)  $\text{PP}_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$
  - 4)  $\text{PP}_{\text{AgIO}_3} = 3,0 \cdot 10^{-8}$
  - 5)  $\text{PP}_{\text{Ag}_2\text{O}_3} = 3 \cdot 10^{-5}$
166.  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  является индикатором метода:
- 1) Гей-Люссака
  - 2) Мора
  - 3) Фольгарда
  - 4) Фаянса
  - 5) Авогадро
167. Адсорбционный индикатор флюоресцеин является индикатором метода:

- 1) Гей-Люссака
  - 2) Мора
  - 3) Фольгарда
  - 4) Фаянса
  - 5) Авогадро
168. Какой индикатор используется при аргентометрическом титровании по методу Мора?
- 1)  $K_2Cr_2O_7$
  - 2)  $K_2CrO_4$
  - 3)  $PbCrO_4$
  - 4)  $Ag_2CrO_4$
  - 5)  $BaCrO_4$
169. По методу Фольгарда при определении бромидов используют титрование:
- 1) заместительное
  - 2) прямое
  - 3) реверсивное
  - 4) обратное
  - 5) кислотно-основное
170. По методу Гей-Люссака при титровании используется индикатор:
- 1) метиловый оранжевый
  - 2) флуоресцеин
  - 3) эозин
  - 4) соли железа (III)
  - 5) никакой
171. Хлорид натрия является первичным стандартом для установления титра растворов:
- 1) нитрата ртути (II)
  - 2) тиоционата аммония
  - 3) нитрата ртути (I)
  - 4) нитрата серебра
  - 5) серной кислоты
172. Фактор эквивалентности для комплексона(III) ( $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$ ) при комплексонометрическом определении Са равен:
- 1) 1/2
  - 2) 1/3
  - 3) 1/1
  - 4) 1/4
  - 5) 1/5
173. В каком соотношении реагируют определяемые вещества с трилоном-Б?
- 1) 1 : 1
  - 2) 1 : 2
  - 3) 1 : 3
  - 4) 1 : 4
  - 5) 1 : 5
174. Какие вещества пригодны для стандартизации раствора комплексона III?
- 1)  $Na_2CO_3$
  - 2)  $K_2Cr_2O_7$
  - 3)  $I_2$
  - 4)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
  - 5)  $CaSO_4$
175. Реакцию, происходящую по уравнению  $Mg^{2+} + H_2Y^{2-} = MgY^{2-} + 2H^+$  можно отнести к методам:
- 1) кислотно-основного взаимодействия

- 2) комплексообразования
  - 3) осаждения
  - 4) окисления-восстановления
  - 5) гравиметрии
176. Если в комплексонометрии проводят реакции:  $M^{3+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MY^- + 2H^+$ ,  
 $Zn^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow [ZnY]^{2-} + 2H^+$ , то имеет место титрование:
- 1) прямое
  - 2) обратное
  - 3) заместительное
  - 4) кислотно-основное
  - 5) реверсивное
177. Наиболее устойчивый комплекс с трилоном "Б" образует ион, у которого величина  $\lg \beta$  равна:
- 1) Ca = 9,3
  - 2) Ba = 6,2
  - 3) Mg = 8,5
  - 4) Sr = 7,1
  - 5) Zn = 13,5
178. При определении аммиака в солях аммония с использованием раствора щелочи точно известной концентрации и точного избытка его объема применяют титрование:
- 1) прямой
  - 2) косвенный
  - 3) обратный
  - 4) реверсивный
  - 5) никакой
179. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе должны удовлетворять требованиям:
- 1) быть высокой чистоты
  - 2) строгая стехиометричность состава
  - 3) устойчивость на воздухе
  - 4) отсутствие гигроскопичности
  - 5) верно все
180. Для веществ, обладающих кислотно-основными свойствами ( $CH_3COOH$ ) расчет рН в процессе титрования производят по формуле:
- 1)  $pH = 0,5pKa - 0,5lgCa$
  - 2)  $pH = -lgC_{H^+}$
  - 3)  $pH = pOH$
  - 4)  $pH = 14 - pOH$
  - 5)  $pH = pKa + lg(Ca/C_{H^+})$
181. Направление реакций ОВ определяют по:
- 1) объему окислителя вступившего в реакцию с определяемым веществом
  - 2) объему восстановителя вступившего в реакцию с определяемым веществом
  - 3) величине потенциала окислителя
  - 4) величине потенциала восстановителя
  - 5) величине ЭДС знака потенциала ( $E > 0$ ,  $E = 0$ ,  $E < 0$ )
182. Электродный потенциал редокс-пары - это ЭДС гальванического элемента из:
- 1) окислительного электрода
  - 2) восстановительного электрода
  - 3) окислительно-восстановительного электрода и стандартного водородного электрода.

- 4) водородного электрода
  - 5) каломельного электрода
183. Ф/Х метод анализа, основанный на измерении угла вращения плоскости поляризации, называется...
- 1) амперометрией
  - 2) колориметрией
  - 3) полярографией
  - 4) потенциометрией
  - 5) поляриметрией
184. Вольтамперометрия процесс, основанный на:
- 1) многократном повторении актов сорбции и десорбции
  - 2) измерении силы тока исследуемого раствора от приложенного напряжения
  - 3) распределении вещества между двумя жидкостями
  - 4) вращения плоскости поляризации света
  - 5) электрической проводимости раствора
185. Кондуктометрия - процесс, основанный на:
- 1) многократном повторении актов сорбции и десорбции
  - 2) измерении силы тока исследуемого раствора от приложенного напряжения
  - 3) распределении вещества между двумя жидкостями
  - 4) вращения плоскости поляризации света
  - 5) измерении электрической проводимости исследуемого раствора
186. Оптические методы основаны на:
- 1) измерении оптических свойств веществ
  - 2) использовании способности различных веществ к избирательной адсорбции
  - 3) измерении электрохимических свойств системы
  - 4) измерении радиоактивных свойств системы
  - 5) измерении тепловых эффектов соответствующих процессов
187. Коэффициент чувствительности – это:
- 1) котангенс угла наклона прямолинейного градуировочного графика;
  - 2) тангенс угла наклона прямолинейного градуировочного графика;
  - 3) тангенс угла наклона нелинейного градуировочного графика;
  - 4) десятичный логарифм производной градуировочной функции
188. Предел обнаружения – это:
- 1) это наибольшее количество вещества, которое можно определить;
  - 2) наименьшее содержание аналита, которое по данной методике с заданной доверительной вероятностью можно отличить от сигнала контрольного опыта;
  - 3) величина, оцениваемая по наибольшему аналитическому сигналу;
  - 4) область содержаний определяемого вещества в анализируемом объекте
189. Нижняя граница определяемых содержаний используется:
- 1) для характеристики чувствительности в качественном анализе;
  - 2) в количественном анализе;
  - 3) и в качественном и в количественном анализе;
  - 4) для характеристики воспроизводимости
190. Систематическая погрешность – это:
- 1) погрешность, причина которой неизвестна, а величина может меняться
  - 2) постоянная величина для данной методики, или изменяющаяся по известной зависимости
  - 3) то же, что промах
  - 4) когда величина аналитического сигнала сильно отличается от ожидаемой величины
191. Воспроизводимость результатов анализа – это:

- 1) правильность результатов анализа;
  - 2) величина систематической погрешности;
  - 3) мера близости серии результатов между собой;
  - 4) доверительный интервал среднего
192. Для исключения промахов при работе с выборками малого объёма ( $n = 4-10$ ) можно воспользоваться:
- 1) величиной Q-критерия;
  - 2) критерием Фишера;
  - 3) критерием Стьюдента;
  - 4)  $t$ -критерием
193. Правильность результатов анализа – это:
- 1) мера соответствия результатов анализа истинному значению;
  - 2) мера рассеяния результатов анализа, характеризуемая  $S$ ;
  - 3) число степеней свободы выборки;
  - 4) среднее значение серии результатов анализа
194. К безэталоным методам анализа относятся:
- 1) только гравиметрия;
  - 2) титриметрия и некоторые другие методы;
  - 3) только титриметрия и гравиметрия;
  - 4) гравиметрия и некоторые другие методы
195. Стандартным потенциалом редокс пары является ЭДС, возникающая при стандартных условиях между данной редокс парой и электродом
- 1) хингидронным
  - 2) каломельным
  - 3) хлорсеребряным
  - 4) графитовым
  - 5) нормальным водородным
196. Чему равна ЭДС системы, если  $E^0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = +0,15 \text{ В}$ , а  $E^0(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^0) = +0,854 \text{ В}$ ?
- 1)  $+0,704 \text{ В}$
  - 2)  $1,004 \text{ В}$
  - 3)  $-0,04 \text{ В}$
  - 4)  $-1,004 \text{ В}$
  - 5)  $1,00 \text{ В}$
197. Кулонометрия основана на:
- 1) выделении из растворов электролитов веществ, осаждающихся на электродах при прохождении через раствор постоянного электрического тока
  - 2) измерении количества электричества, израсходованного при электролизе определенного количества вещества
  - 3) измерении электропроводности раствора
  - 4) измерении силы тока, изменяющейся в зависимости от напряжения в результате химической реакции
  - 5) измерении потенциала электрода, погруженного в исследуемый раствор при прохождении электрохимической реакции
198. В кулонометрии количество прореагировавшего вещества ( $g$  в  $г$ ) равно:
- 1)  $g = M \cdot Q / (96500 \cdot n)$
  - 2)  $g = M \cdot n / (Q \cdot 96500)$
  - 3)  $g = Q \cdot n / (M \cdot 96500)$
  - 4)  $g = 96500 \cdot n / (M \cdot Q)$
  - 5)  $g = 96500 \cdot n \cdot M / Q$
199. Полярография основана на:

- 1) выделения из растворов электролитов веществ, осаждающихся на электродах при прохождении через раствор постоянного электрического тока
  - 2) измерении количества электричества, израсходованного на электролиз определенного количества вещества
  - 3) измерении электропроводности раствора
  - 4) измерении силы тока, изменяющегося в зависимости от напряжения в процессе электролиза
  - 5) измерении изменяющегося в результате химической реакции потенциала электрода, погруженного в анализируемый раствор
200. Зависимость силы диффузионного тока от концентрации в полярографии определяется уравнением Ильковича:
- 1)  $I = 605nD^{1/2}C$
  - 2)  $I = 305nm^{2/3}t^{1/6}C$
  - 3)  $I = 605nm^{2/3}t^{1/6}C$
  - 4)  $I = 305nD^{1/2}m^{2/3}t^{1/6}C$
  - 5)  $I = 607nD^{1/2}m^{2/3}t^{1/6}C$
201. Если полярографирование проводят с одним и тем же капилляром, тогда предельный диффузионный ток вычисляют по формуле:
- 1)  $I = 2RC$
  - 2)  $I = 1/2KC$
  - 3)  $I = KC$
  - 4)  $I = KC_2$
  - 5)  $I = K_2C$
202. Ионоселективный электрод используется в:
- 1) полярографии
  - 2) кондуктометрии
  - 3) амперометрии
  - 4) ионометрии
  - 5) хроматографии
203. Графическая зависимость в полярографии определяется между:
- 1) спектром поглощения и длиной волны поглощающего слоя
  - 2) потенциалом рабочего электрода и объемом титранта
  - 3) предельным диффузионным током и концентрацией
  - 4) электропроводимостью и концентрацией вещества
  - 5) количеством и электричества и объемом титранта
204. Графическая зависимость в потенциометрии определяется между:
- 1) спектром поглощения и длиной волны поглощающего слоя
  - 2) потенциалом рабочего электрода и объемом титранта
  - 3) предельным диффузионным током и концентрацией
  - 4) электропроводимостью и концентрацией вещества
  - 5) количеством и электричества и объемом титранта
205. Графическая зависимость в кондуктометрии определяется между:
- 1) спектром поглощения и длиной волны поглощающего слоя
  - 2) потенциалом рабочего электрода и объемом титранта
  - 3) предельным диффузионным током и концентрацией
  - 4) электропроводимостью и концентрацией вещества
  - 5) количеством и электричества и объемом титранта
206. Графическая зависимость в кулонометрии определяется между:
- 1) спектром поглощения и длиной волны поглощающего слоя
  - 2) потенциалом рабочего электрода и объемом титранта
  - 3) предельным диффузионным током и концентрацией

- 4) электропроводимостью и концентрацией вещества  
 5) количеством и электричества и объемом титранта
207. Электродом сравнения является:
- 1) платиновый
  - 2) каломельный
  - 3) ртутный
  - 4) сурьмяный
  - 5) серебряный
208. В полярографии рабочим электродом является:
- 1) меркуросульфатный
  - 2) каломельный
  - 3) ртутный
  - 4) сурьмяный
  - 5) серебряный
209. При потенциометрическом титровании в реакциях ОВР индикаторным электродом является:
- 1) платиновый
  - 2) каломельный
  - 3) ртутный
  - 4) сурьмяный
  - 5) серебряный
210. При протекании химической реакции:  $\text{Sn}^0 + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 = \text{Hg}^0 + \text{Sn}^{2+}$  схемой гальванического элемента является:
- 1)  $\text{Sn}^0/\text{Sn}^{2+} // \text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^0$
  - 2)  $\text{Hg}^0/\text{Hg}^{2+} // \text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^0$
  - 3)  $\text{Hg}^0/\text{Sn}^{2+} // \text{Hg}^{2+}/\text{Sn}^0$
  - 4)  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^0 // \text{Hg}^0/\text{Hg}^{2+}$
  - 5)  $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^0 // \text{Sn}^0/\text{Sn}^{2+}$
211. Уравнение Ильковича в полярографии:
- 1)  $605n D^{1/2} m^{2/3} t^{1/6} C$
  - 2)  $605n D^{1/2} m^{2/3} C$
  - 3)  $605n D^{1/2} t^{1/6} C$
  - 4)  $605n m^{2/3} t^{1/6} C$
  - 5)  $605D^{1/2} m^{2/3} t^{1/6} C$
212. Зависимость потенциала водородного электрода от рН раствора выражается уравнением:
- 1) 0,059рН
  - 2) 0,028рН
  - 3) - 0,059рН
  - 4) - 0,028рН
213. В кулонометрии измеряют:
- 1) силу тока
  - 2) напряжение
  - 3) высоту волны
  - 4) количество электричества
  - 5) оптическую плотность
214. В полярографии измеряют:
- 1) массу вещества
  - 2) напряжение
  - 3) высоту волны
  - 4) количество электричества

- 5) оптическую плотность
215. В кондуктометрии измеряют:
- 1) электропроводимость раствора
  - 2) потенциал
  - 3) высоту волны
  - 4) количество электричества
  - 5) оптическую плотность
216. Окислительно-восстановительным электродом является:
- 1) Ag/AgBr, KBr
  - 2) (Pt)/Ti<sup>3+</sup>, Ti<sup>2+</sup>
  - 3) Cu/Cu<sup>2+</sup>
  - 4) MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>/Mn<sup>2+</sup>
  - 5) стеклянный
217. Метод кулонометрического анализа, основан на физико-химическом процессе:
- 1) электропроводимости раствора
  - 2) электролиза
  - 3) сорбции
  - 4) экстракции
  - 5) адсорбции
218. Раздел прямой потенциометрии, где индикаторным электродом является ионоселективный, называется:
- 1) кондуктометрия
  - 2) амперометрия
  - 3) полярография
  - 4) ионометрия
  - 5) кулонометрия
219. Фактор, который влияет на величину потенциала индикаторного электрода это:
- 1) концентрация анализируемого вещества
  - 2) сила тока
  - 3) сопротивление раствора
  - 4) потенциал стандартного электрода
  - 5) вязкость раствора
220. Выход по току в кулонометрии должен быть равен...
- 1) 20%
  - 2) 10%
  - 3) 50%
  - 4) 40%
  - 5) 100%
221. Платиновый электрод является индикаторным в реакциях:
- 1) нейтрализации
  - 2) осаждения
  - 3) окисления восстановления
  - 4) комплексообразования
  - 5) замещения
222. Для определения количества электричества, прошедшего через раствор, в кулонометрии при постоянном потенциале используют...
- 1) произведение силы тока на время
  - 2) отношение силы тока ко времени
  - 3) произведение силы тока на потенциал
  - 4) произведение силы тока по времени
  - 5) интегрирование силы тока по времени

223. При введении в раствор фонового электролита в полярографии устраняется:
- 1) предельный диффузионный ток
  - 2) потенциал полуволны
  - 3) миграционный ток
  - 4) высота волны
  - 5) потенциал
224. По характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом оптические методы классифицируют на:
- 1) атомно-адсорбционный анализ
  - 2) кулонометрический
  - 3) потенциометрический
  - 4) поляриметрический
  - 5) амперометрический
225. По происхождению электронные спектры бывают:
- 1) энергетическими
  - 2) двигающимися
  - 3) колебательными
  - 4) круговыми
  - 5) оптимальными
226. Светофильтры в фотоэлектроколориметрии необходимы для изучения:
- 1) природы электромагнитного излучения
  - 2) вероятности квантовых переходов
  - 3) времени жизни уровня энергии
  - 4) определения части света в высокоспектральной области
  - 5) экспозиции с которой регистрируется спектр
227. Оптический диапазон для измерения в видимой области от:
- 1) 200 – 400 нм
  - 2) 400 – 780 нм
  - 3) 0,78 – 1000 мкм
  - 4) 100 – 200 нм
  - 5) 78 – 100 нм
228. Значение оптической плотности равно 0,86, толщина кюветы 1 см, молярная концентрация раствора 0,1 моль/л. Определите величину молярного коэффициента погашения
- 1) 86
  - 2) 0,86
  - 3) 8,6
  - 4) 0,086
  - 5) 1
229. Колориметрия основана на:
- 1) сравнении интенсивности окраски исследуемого окрашенного раствора и стандартного окрашенного раствора строго определенной концентрации
  - 2) измерении количества света, поглощаемого неокрашенной суспензией
  - 3) использовании явлений отражения или рассеяния света окрашенными или неокрашенными частицами взвешенного в растворе осадка
  - 4) на флуоресценции веществ, облученных ультрафиолетовым светом и измерении интенсивности излучаемого ими видимого света
  - 5) на определении спектра поглощения или измерении светопоглощения при строго определенной длине волны
230. Зависимость между интенсивностью окраски раствора и содержанием вещества в растворе выражается уравнением:

- 1)  $I = I_0 \cdot 10^{-EC}$
  - 2)  $I/I_0 = 10^{-EC}$
  - 3)  $I_0/I = 10^{-EC}$
  - 4)  $I_0 = 10^{-EC}$
  - 5)  $I_0 = 10^{-EC}$
231. Оптическая плотность окрашенного раствора вычисляется по формуле:
- 1)  $D = I_0/I$
  - 2)  $D = I/I_0$
  - 3)  $D = \lg I_0/I$
  - 4)  $D = \ln I_0/I$
  - 5)  $D = \log I_0/I$
232. Математическое выражение закона Бугера-Ламберта-Бера через оптическую плотность выражается уравнением:
- 1)  $D = \lg(C_0)/(C)$
  - 2)  $D = ECh$
  - 3)  $D = TCE$
  - 4)  $D = I_0/IC$
  - 5)  $D = TEh$
233. Свет одной длины волны можно получить с помощью:
- 1) фотоэлемента
  - 2) детектора
  - 3) светофильтра
  - 4) кюветы
  - 5) кулометра
234. Свет одной длины волны можно получить с помощью:
- 1) фотоэлемента
  - 2) детектора
  - 3) лампы
  - 4) монохроматора
  - 5) кулометра
235. Графическая зависимость в спектрофотометрии определяется между:
- 1) спектром поглощения и длиной волны поглощающего слоя
  - 2) потенциалом рабочего электрода и объемом титранта
  - 3) предельным диффузионным током и концентрацией
  - 4) электропроводимостью и концентрацией вещества
  - 5) количеством и электричества и объемом титранта
236. Преимущество спектрофотометрии перед фотоколориметрией состоит:
- 1) в спектрофотометрии не требуется строгое соблюдение постоянства pH анализируемого раствора;
  - 2) спектрофотометрия обеспечивает более высокую чувствительность и точность определений;
  - 3) в спектрофотометрии не требуется избыток добавляемого реагента;
  - 4) в спектрофотометрии не требуется количественного перевода определяемого компонента в светопоглощающее соединение.
237. Фактором, от которого зависит минимальная определяемая концентрация является:
- 1) толщина поглощающего слоя раствора;
  - 2) молярный показатель поглощения;
  - 3) pH раствора;
  - 4) избыток добавляемого фотометрического реагента.
238. На соблюдение основного закона светопоглощения не влияют:
- 1) низкая устойчивость поглощающих свет соединений в растворах;

- 2) диссоциация светопоглощающих соединений при разбавлении растворов;
  - 3) недостаточная монохроматичность поглощающего света;
  - 4) толщина поглощающего слоя раствора.
239. Молярный показатель поглощения не зависит:
- 1) от природы вещества;
  - 2) от длины волны поглощаемого света;
  - 3) от концентрации раствора поглощающего свет соединения;
240. Спектрофотометрический метод анализа от фотоколориметрического метода отличается:
- 1) спектрофотометрический анализ основан на поглощении поли-хроматического света;
  - 2) спектрофотометрический анализ основан на поглощении моно-хроматического света;
  - 3) ничем;
  - 4) в спектрофотометрическом анализе обходятся без использования светофильтра или монохроматора.
241. Интенсивность полосы поглощения, характеризуемая значением  $A$ , зависит от:
- 1) времени пребывания частицы в возбужденном состоянии;
  - 2) числа поглощающих частиц;
  - 3) вероятности перехода валентного электрона из основного в возбужденное состояние;
  - 4) заселенности уровня электронами, исходного для этого перехода;
242. Размерность молярного коэффициента поглощения:
- 1) л • моль • см
  - 2) л<sup>-1</sup> • моль<sup>-1</sup> • см
  - 3) л • моль<sup>-1</sup> • см<sup>-1</sup>
  - 4) л • моль • см<sup>-1</sup>
243. Метод добавок используют:
- 1) для устранения мешающего влияния посторонних примесей;
  - 2) для определения высоких концентраций;
  - 3) в случае несоблюдения основного закона светопоглощения;
  - 4) для определения низких концентраций.
244. Концентрация исследуемого раствора ( $C_x$ ), определяемая методом сравнения, должна:
- 1) как можно больше отличаться от концентрации стандартного раствора;
  - 2) быть близкой к концентрации стандартного раствора;
  - 3) разница в оптической плотности сравниваемых растворов должна быть больше 1;
  - 4) разница в оптической плотности сравниваемых растворов должна быть меньше 1.
245. При соблюдении основного закона светопоглощения значение тангенса угла наклона прямой  $A$  от  $c$  зависит от:
- 1) диапазона концентраций;
  - 2) значения молярного показателя поглощения;
  - 3) толщины поглощающего слоя;
  - 4) не зависит от перечисленных факторов.
246. Фотоэлемент – это устройство, которое:
- 1) рассеивает световой поток;
  - 2) преобразует световой поток;
  - 3) отражает световой поток;
  - 4) поглощает световой поток.
247. Фотоэлектроколориметрический анализ...
- 1) требует применения монохроматического излучения;

- 2) основан на способности веществ окисляться или восстанавливаться под воздействием видимого излучения;
- 3) требует получения окрашенных форм анализируемых соединений;
- 4) позволяет определять концентрации мутных и тёмноокрашенных растворов.
248. Спектрофотометрия...
- 1) использует монохроматическое излучение;
- 2) основана на исследовании поглощения анализируемым раствором излучения оптического диапазона;
- 3) основана на измерении интенсивности рассеивания света анализируемым раствором;
- 4) применяется для анализа прозрачных неокрашенных растворов.
249. Закон Бугера-Ламберта-Бера абсолютно справедлив для:
- 1) монохроматического света;
- 2) немонахроматического света?
250. Длина волны 520 нм- это:
- 1) ультрафиолетовый спектр;
- 2) инфракрасный спектр;
- 3) видимый свет?
251. Истинную скорость химической реакции определяет выражение :
- 1)  $K = K_1/K_2$
- 2)  $V = dc/dt$
- 3)  $a = f \cdot c$
- 4)  $L = C/C_{\text{общ}}$
- 5)  $f = a/c$
252. Для состояния химического равновесия верным утверждением является:
- 1) скорость прямой реакции значительно больше скорости обратной реакции
- 2) скорость прямой реакции больше скорости обратной реакции
- 3) скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции
- 4) скорость прямой реакции меньше скорости обратной реакции
- 5) скорость прямой реакции значительно меньше скорости обратной реакции
253. Зависимость скорости одностадийной реакции  $A + 2B \rightarrow C$  от концентрации реагирующих веществ описывается уравнением закона действующих масс
- 1)  $v = k \cdot c^2(A) \cdot c(B)$
- 2)  $v = k \cdot c(A) \cdot c^2(B)$
- 3)  $v = k \cdot c(A) \cdot c(B)$
254. Уравнение, описывающее эмпирическое правило Вант-Гоффа
- 1)  $k = A \cdot e^{\frac{-E_f}{RT}}$
- 2)  $v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$
- 3)  $v = k \cdot c(A) \cdot c(B) \cdot c(C)$
255. Энергия активации это
- 1) энергия, которой должны обладать частицы реагирующих веществ, чтобы вступить в реакцию
- 2) количество тепла, которое необходимо передать реакционной смеси, чтобы реакция началась
- 3) дополнительная энергия, которую надо придать частицам реагирующих веществ для того, чтобы сделать их активными
256. Скорость разветвлено-цепной химической реакции максимальна в период, когда
- 1) максимальны концентрации исходных веществ

- 2) минимальны концентрации исходных веществ
  - 3) максимальна концентрация образовавшихся радикалов
257. Позволяет предсказать направление химической реакции знак изменения
- 1) энтропии
  - 2) энтальпии
  - 3) свободной энергии Гиббса
258. Наступлению в системе химического равновесия соответствует
- 1)  $\Delta G > 0$
  - 2)  $\Delta G = 0$
  - 3)  $\Delta G < 0$

### ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Вычислить рН раствора, концентрация водородных ионов в котором равна 0,02 М.
2. Вычислить  $[H^+]$  и  $[OH^-]$  раствора, рН которого равен 10,33.
3. В 150 мл раствора содержится 0,05 г азотной кислоты. Вычислить рН раствора.
4. В 300 мл раствора содержится 0,25 г гидроксида натрия. Вычислить рН раствора.
5. Вычислить рН раствора, в 250 мл которого содержится 0,05 г йодоводородной кислоты.
6. Вычислить рН раствора, полученного прибавлением 1 капли (0,05 мл) 0,01 М раствора гидроксида натрия к 90 мл чистой воды.
7. К 1500 мл воды прибавлено 0,25 мл 10%-ной хлороводородной кислоты. Вычислить рН раствора.
8. Вычислить степень диссоциации муравьиной кислоты в 0,1%-ном растворе.
9. Какой величине должна быть равна константа диссоциации, чтобы при концентрации 0,04 М степень диссоциации достигла 1%.
10. Гидроксид аммония в 0,5 М растворе диссоциирован на 0,59%. Вычислить константу диссоциации.
11. Вычислит константу диссоциации вещества, если в 0,0001 М растворе степень диссоциации равна 10%.
12. Вычислить степень гидролиза, концентрацию ионов водорода и рН в 0,03 молярном растворе хлорида аммония.
13. Вычислить степень гидролиза и рН 0,2%-ного раствора ацетата калия, плотностью 1,007 г/мл.
14. К 30 мл 2%-ного раствора сульфита натрия (плотностью 1,011 г/мл) добавлено 15 мл 0,1 М раствора бромоводородной кислоты. Вычислить рН раствора.
15. Вычислить степень гидролиза и рН в 0,5 М растворе сульфида натрия.
16. К 15 мл 0,5%-ного раствора дигидрофосфата натрия (плотностью 1,008 г/мл) добавлено 30 мл 0,05 М раствора гидрофосфата натрия. Вычислить рН раствора.
17. К 35 мл 1%-ного раствора гидрокарбоната натрия (плотностью 1,009 г/мл) добавлено 20 мл 0,1 М раствора бромной кислоты. Вычислить рН раствора.
18. К 15 мл 0,1 М раствора дигидрофосфата натрия добавлено 30 мл 0,05 М раствора гидрофосфата натрия. Вычислить рН раствора.
19. К 20 мл 0,1 М раствора гидрофосфата натрия добавлено 10 мл 0,2 М раствора соляной кислоты. Вычислить рН раствора
20. К 20 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты добавлено 5 мл 1 М раствора хлороводородной кислоты. Вычислите степень диссоциации и концентрацию ионов слабой кислоты.
21. Вычислить степень гидролиза, концентрацию ацетат-иона и концентрацию иона аммония в 2%-ном растворе ацетата аммония, плотностью 1,006 г/мл

22. Смешано 15 мл 0,5%-ного раствора дихлоруксусной кислоты (плотностью 1,001 г/мл), 25 мл 1,5%-ного раствора её калиевой соли (плотность 1,002 г/мл) и 110 мл воды. Вычислить степень диссоциации и концентрацию водородных ионов.
23. Смешано 15 мл 1,5%-ного раствора хлорида аммония (плотностью 1,003 г/мл), 15 мл 1,5%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,003 г/мл) и 15 мл воды. Вычислить степень диссоциации и концентрацию
24. Смешано 187 мл 3%-ного раствора формиата калия (плотностью 1,004 г/мл), 63 мл 0,5%-ного раствора соляной кислоты (плотность 1,000 г/мл) и 465 мл воды. Вычислить степень диссоциации и концентрацию водородных ионов.
25. К 15 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты прибавлено 12 мл 0,15 М раствора формиата калия. Вычислите рН этой смеси.
26. К 25 мл 0,2 М раствора дигидрофосфата калия прибавлено 15 мл 0,2М раствора гидрофосфата калия. Вычислите рН полученного раствора.
27. К 25 мл 0,15 М раствора гидрофосфата калия добавлено 15 мл 0,1 М раствора соляной кислоты. Вычислите рН раствора.
28. К 25 мл 0,2 М раствора дигидрофосфата калия добавлено 10 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Вычислите рН раствора.
29. К 20 мл 1%-ного раствора нитрата аммония добавлен 1 мл 0,5 М раствора аммиака. Раствор разбавлен в мерной колбе до 100 мл. Вычислить рН полученного раствора.
30. К 50 мл 0,2 М раствора однозамещенного фосфата калия добавлено 25 мл 0,3 М раствора двузамещенного фосфата калия. Вычислить рН полученного раствора.
31. К 15 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты прибавлено 12 мл 0,15 М раствора формиата калия. Вычислить рН полученной смеси.
32. К 20 мл 0,02 М раствора азотистоводородной кислоты добавлено 30 мл 0,1 М раствора азиды натрия. Вычислить рН этой смеси.
33. К 25 мл 0,15 М раствора двузамещенного фосфата калия добавлено 50 мл 0,1 М раствора соляной кислоты. Вычислить рН полученного раствора.
34. К 15 мл 0,28 М раствора гидрокарбоната натрия добавлено 30 мл 0,14 М раствора гидроксида натрия. Вычислить рН полученного раствора.
35. Сколько мл 0,5%-ного раствора соляной кислоты надо добавить к 25 мл 0,2 М раствора аммиака, чтобы получить раствор с рН равным 8,5?
36. Сколько г карбоната натрия надо добавить к 250 мл 0,15 М раствора гидрокарбоната натрия, чтобы получить раствор с рН равным 10?
37. Сколько г твердого азиды калия нужно растворить в 50 мл 0,02 М раствора азотистоводородной кислоты, чтобы получить раствор с рН равным 5,2?
38. В 1 л воды растворяется 0,00000288 г иодида серебра. Вычислите произведение растворимости данного соединения
39. Какая соль более растворима в воде хлорид серебра или хромат серебра и во сколько раз, если произведение растворимости хлорида серебра  $1,1 \cdot 10^{-10}$ , а произведение растворимости хромата серебра  $1,6 \cdot 10^{-12}$ ?
40. Образуется ли осадок гидроксида железа (III) в растворе, содержащем  $1,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л хлорида железа (III) и  $5 \cdot 10^{-5}$  М аммиака? Произведение растворимости гидроксида железа (III) равно  $3,8 \cdot 10^{-38}$ .
41. Образуется ли осадок гидроксида марганца (II) ( $PP = 1,9 \cdot 10^{-13}$ ), если к 20 мл  $5 \cdot 10^{-4}$  М раствора хлорида марганца добавить 10 мл 2 М раствора аммиака ( $K_{NH_4OH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
42. Сколько 7 %-ного раствора карбоната натрия надо взять для осаждения цинка в виде карбоната из навески 0,4523 г латуни, содержащей около одной трети цинка?
43. Какой избыток серной кислоты необходимо ввести для практически полного осаждения  $PbSO_4$  из 200 мл раствора?  $PP_{PbSO_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
44. Рассчитать процентное содержание серебра в сплаве, если навеска его 0,5668 г. В результате анализа получено 0,1556 г хлорида серебра.

45. Сколько 5 %-ного раствора гидроксида натрия надо взять для осаждения оксида меди из раствора 0,6267 г медного купороса?
46. Рассчитать минимальную навеску технического хлорида бария, содержащего около 20% Ва, при определении Ва гравиметрическим способом в виде сульфата бария.
47. Рассчитать навеску известняка, содержащего около 4% магния нужно взять для определения магния в виде  $Mg_2P_2O_7$ .
48. Вычислить навеску сплава, содержащего около 70% железа, если железо определяется в виде оксида железа (III). Рассчитать навеску чугуна, содержащего около 2% кремния, для анализа на содержание кремния в виде  $SiO_2$ .
49. Какова должна быть навеска сплава, содержащего около 5% магния, для анализа на содержание магния в виде  $Mg_2P_2O_7$ ?
50. Сколько мл 0,5 М раствора серной кислоты необходимо взять для осаждения бария из 0,5 г дигидрата хлорида бария?
51. Найти объем раствора серной кислоты плотности 1,07 г/мл, необходимый для осаждения бария из 0,3 г образца, содержащего около 40% бария.
52. Навеска 0,2783 г карбоната бария растворена в хлороводородной кислоте. Сколько 4%-ного раствора серной кислоты надо взять для осаждения бария?
53. Сколько мл 4%-ного раствора оксалата аммония потребуется взять для практически полного осаждения оксалата кальция, если для анализа взято 0,4154 г известняка, содержащего 43% оксида кальция, а объем раствора составляет 250 мл?  $PP_{CaC_2O_4} = 2,3 \cdot 10^{-9}$ .
54. Вычислить количество серной кислоты (в г), которое необходимо ввести в промывную жидкость для промывания сульфата стронция с тем, чтобы потеря осадка за счет растворения не превышала  $1 \cdot 10^{-4}$  г в 300 мл.  $PP_{SrSO_4} = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .
55. Какой избыток 7,7%-ного раствора серной кислоты необходим для практически полного осаждения сульфата стронция из 250 мл раствора?
56. Вычислить процентное содержание карбоната кальция в известняке по следующим данным. Навеска известняка равна 0,5120 г. После растворения ее, осаждения кальция в виде оксалата и прокаливания осадка получено 0,2160 г оксида кальция.
57. Рассчитать процентное содержание магния в образце по следующим данным. Навеска образца 0,8619 г растворена в кислотах, полученный раствор перенесен в мерную колбу на 250 мл и разбавлен до метки. На анализ взято 50 мл раствора. После осаждения магния в виде  $MgNH_4PO_4$  и прокаливания осадка получено 0,2516 г  $Mg_2P_2O_7$ .
58. Рассчитать процентное содержание магния в образце по следующим данным. Навеска образца 0,8619 г растворена в кислотах, полученный раствор перенесен в мерную колбу на 250 мл и разбавлен до метки. На анализ взято 50 мл раствора. После осаждения магния в виде  $MgNH_4PO_4$  и прокаливания осадка получено 0,2516 г  $Mg_2P_2O_7$ .
59. Рассчитать процентное содержание фосфора в чугуне, если навеска его 10,8160 г. В результате анализа получено 0,1218 г дифосфата магния.
60. При анализе хромата натрия было определено 15,21% хрома и 52,64% кристаллизационной воды. Сколько % хрома в абсолютно сухом образце?
61. Сколько 3 %-ного раствора аммиака надо взять для осаждения железа из навески 0,4963 г руды, содержащей 10 % железа?
62. Вычислить навеску медного купороса, чтобы при определении сульфат-иона получилось 0,1 г сульфата бария.
63. При анализе хлорида бария было определено 56,22% бария и 14,73% кристаллизационной воды. Сколько процентов бария в абсолютно сухом веществе?
64. Навеска 0,3785 г карбоната бария растворена в хлороводородной кислоте. Сколько 5 %-ного раствора серной кислоты надо взять для осаждения бария?

65. Вычислить количество серной кислоты (в г), которое необходимо ввести в промывную жидкость для промывания сульфата стронция с тем, чтобы потеря осадка за счет растворения не превышала  $1 \cdot 10^{-4}$  г в 300 мл.  $PP_{SrSO_4} = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .
66. На титрование 0,0340 г  $AgNO_3$  израсходовано 20 мл 0,1 Н раствора  $HCl$ . Найти  $T_{HCl/Ag}$ .
67. Рассчитайте содержание  $NaCl$  (мг/мл) в рассоле, если на титрование 30 мл рассола потребовалось 15,60 мл 0,1 М раствора  $AgNO_3$ .
68. Вычислить равновесную концентрацию ионов ртути (II) в 0,01 М растворе  $K_2[HgI_4]$ , содержащем 0,5 М  $KI$ .
69. Найти закомплексованность, долю комплекса  $[Pb(CH_3COO)_4]^{2-}$  и равновесную концентрацию ионов свинца в растворе, содержащем  $1 \cdot 10^{-4}$  М раствор нитрата свинца (II) и 2 М раствор ацетата натрия.
70. Вычислить равновесную концентрацию ионов серебра в растворе, содержащем  $1 \cdot 10^{-3}$  М нитрата серебра и 0,102 М цианида калия, принимая во внимание, что в этих условиях существует в основном комплекс  $[Ag(CN)_2]^-$ .
71. Вычислить закомплексованность и равновесную концентрацию  $Co^{2+}$  в растворе хлорида кобальта, содержащем 1,04 М аммиака. Ионная сила равна 1.
72. Вычислить равновесную концентрацию ионов ртути в 0,01 М растворе  $K_2[HgI_4]$ , содержащем 0,1 М  $KI$ . Общая константа нестойкости комплекса  $K_n = 1,48 \cdot 10^{-30}$ .
73. Определить массовую долю (%) алюминия в сплаве, если после растворения навески массой 0,65 г его и удаления мешающих элементов объем раствора довели до 250 мл, к 20 мл этого раствора добавили  $Na_2Mg$ ЭДТА и оттитровали 15,18 мл 0,05023 М ЭДТА.
74. К 10 мл раствора  $NiCl_2$  добавили дистиллированную воду, аммиачный буферный раствор и 20 мл 0,01085 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 0,01292 М  $MgCl_2$ , на титрование израсходовали 5,47 мл. Рассчитать исходную концентрацию (г/л) раствора  $NiCl_2$ .
75. К 10 мл раствора, содержащего пиридин, добавили спиртовой раствор  $CdCl_2$ . Выпавший осадок  $Cd(C_5H_5N)_2Cl_2$  отфильтровали, растворили и оттитровали 15,25 мл 0,01 М раствора ЭДТА с эриохромом черным Т в аммиачном буферном растворе. Рассчитайте концентрацию (г/л) пиридина в исходном растворе. Молекулярная масса пиридина 79,00.
76. Рассчитать количество  $HCl$  для нейтрализации 4,33 г  $Na_2C_2O_4$ .
77. Рассчитать количество  $HNO_3$  для нейтрализации 22,6 г  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ .
78. На титрование смеси, состоящей из карбонатов натрия и калия массой 0,4 г израсходовали 22,00 мл 0,3М  $HCl$ . Вычислить массовую долю (%)  $Na_2CO_3$  и  $K_2CO_3$  в смеси.
79. В 250,0 мл. раствора  $NaOH$  содержится 10,0 г этого вещества. Чему равен титр этого раствора?
80. Найти нормальность раствора  $HCl$ , если титр его равен 0,003592 г/мл.
81. Чему равны нормальность и титр растворов  $KOH$ , если 26,00 мл его израсходовано на титрование навески 0,1560 г х.ч. (двухосновной) янтарной кислоты?
82. Сколько процентов  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  содержит данный препарат щавелевой кислоты, если на титрование навески 0,1500 г его, растворенной в произвольном объеме воды, израсходовано 25,60 мл 0,0900 Н раствора  $KOH$ ?
83. Чему равны титры 0,09 Н раствора серной кислоты: а) по  $Ba(OH)_2$ ; б) по  $NH_3$  в) по  $N_2$ ?
84. Какую навеску соды  $Na_2CO_3$  нужно взять, чтобы на титрование ее требовалось 20-30 мл 0,1 Н раствора  $H_2SO_4$ ?
85. Вычислить молярную концентрацию 10%-го раствора аммиака, плотностью 0,958 г/мл
86. Сколько миллилитров 20%-го раствора  $HCl$  (плотностью 1,098 г/мл) нужно взять для приготовления 5 л 0,1 Н раствора?

87. Какую навеску  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нужно взять для установки по ней титра 0,1 Н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , если располагают мерной колбой емкостью 200 мл и титрование будут вести с метиловым оранжевым?
88. Вычислить нормальность и титр раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , если на титрование навески 50 мл раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , полученного растворением навески его 0,5 г в мерной колбе емкостью 200 мл, с метиловым оранжевым расходуется 24 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
89. Сколько граммов  $\text{H}_3\text{PO}_4$  содержится в данном растворе, если на титрование его с фенолфталеином затрачено 25,5 мл 0,2 Н раствора  $\text{NaOH}$ ?
90. Чему равна карбонатная жесткость воды, если на титрование 100 мл её израсходовано 5 мл 0,09 Н раствора  $\text{HCl}$ .
91. Найти  $T(\text{H}_2\text{SO}_4)$ , если  $T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{KOH}) = 0,005643$ .
92. Найти  $T(\text{NaOH})$ , если  $T(\text{NaOH}/\text{HCl}) = 0,003645$ .
93. К 550 л 0,1925 Н  $\text{HCl}$  прибавили 50 мл раствора  $\text{HCl}$  с титром 0,02370. Вычислить нормальность и титр полученного раствора.
94. Для приготовления 500 мл раствора было взято 20 мл  $\text{HCl}$  плотностью 1,19 г/мл. Вычислить нормальность полученного раствора?
95. Вычислить нормальность и титр раствора  $\text{HCl}$ , если на титрование 0,4217 г буры израсходовано 17,50 мл этой кислоты?
96. Какую навеску щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  нужно взять, чтобы на её титрование израсходовать 20 мл 0,1 Н  $\text{NaOH}$ ?
97. Навеску 0,5341 г щелочи, содержащей 92%  $\text{NaOH}$  и 8% индифферентных примесей, растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. Определить нормальность и титр  $\text{HCl}$ ,  $T(\text{HCl}/\text{NaOH})$ , если на титрование 15 мл раствора  $\text{NaOH}$  израсходовано 19,5 мл кислоты.
98. До какого объема нужно довести раствор, в котором содержится 1,53 г  $\text{NaOH}$ , чтобы на титрование 20 мл раствора израсходовать 14,7 мл  $\text{HCl}$  ( $T(\text{HCl}) = 0,00380$ ).
99. Рассчитать индикаторную ошибку титрования 0,01 Н  $\text{HCl}$  0,01 Н раствором  $\text{NaOH}$  с фенолфталеином ( $pT = 9$ ).
100. Рассчитать индикаторную ошибку 0,1 Н  $\text{NaOH}$  0,1 Н раствором  $\text{HCl}$  с тимолфталеином ( $pT = 10$ ).
101. Навеску 2,0712 г технической буры растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 20 мл раствора израсходовано 21,8 мл  $\text{HCl}$  ( $T(\text{HCl}/\text{NaOH}) = 0,003974$ ). Вычислить процентное содержание х.ч.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .
102. Навеску 0,3251 г технической гидроокиси натрия растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 25 мл раствора фенолфталеином израсходовано 18,40 мл 0,1 Н  $\text{HCl}$ , метиловым оранжевым 18,80 мл кислоты. Вычислить процентное содержание  $\text{NaOH}$  в образце.
103. К 0,5000 г смеси содержащей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ , прибавили 25 мл раствора  $\text{HCl}$  ( $T(\text{HCl}) = 0,004000$ ). На титрование избытка кислоты израсходовали 15 мл раствора  $\text{NaOH}$  ( $T(\text{NaOH}) = 0,002$ ). Вычислить процентное содержание  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
104. Чему должен быть равен титр раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , чтобы 1 мл его, израсходованный на титрование  $\text{FeCl}_2$ , полученного из навески руды 0,2 г соответствовал точно 0,5% железа.
105. Сколько процентов железа содержит руда, если при титровании раствора  $\text{FeCl}_2$ , полученного из навески 0,2 г ее, затрачено 20 мл раствора бихромата с титром  $T(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{Fe}) = 0,0065$  г/мл.
106. Сколько мл 0,0200 н. раствора  $\text{KMnO}_4$  потребуется на титрование 20 мл 0,03 Н раствора  $\text{FeSO}_4$ ?
107. Сколько граммов  $\text{Ca}$  содержится в 250 мл раствора  $\text{CaCl}_2$ , если после прибавления к 25 мл его 40 мл 0,1 Н раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  и после отделения образовавшегося осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  на титрование не вошедшего в реакцию  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  израсходовано 15 мл 0,02 Н раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

108. Навеску 5,0 г пергидроля растворили в мерной колбе ёмкостью 5 мл. На титрование 25 мл раствора израсходовано 37,43 мл 0,1 Н  $\text{KMnO}_4$  ( $f_{\text{эКВ}} = 1/5$ ,  $K=1,1240$ ). Вычислить процентное содержание  $\text{H}_2\text{O}_2$  в образце.
109. При полярографическом определении кадмия в алюминиевом сплаве было найдено следующее содержание элемента (в %): 0,73; 0,72; 0,73; 0,74. Рассчитать стандартное отклонение среднего результата и относительную ошибку анализа
110. При весовом определении никеля в легированной стали были получены следующие результаты (% Ni): 4,06; 4,01; 4,04; 4,07; 4,08. Установите, является ли подозрительный результат (выделено) грубой ошибкой.
111. При гравиметрическом определении бария в хлористом барии было найдено следующее содержание элемента в одном образце: 70,82; 70,89; 71,00; 71,02; 70,91; 70,85. Найти стандартное отклонение единичного определения и доверительный интервал среднего значения (для  $P=0,95$ ).
112. При спектрофотометрическом определении цинка в сплаве установлены следующие количества (в %): 0,43; 0,44; 0,41; 0,43. Рассчитать стандартное отклонение среднего и относительную ошибку анализа.
113. При анализе железной руды были найдены следующие значения (%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): 38,71; 38,90; 38,62; 38,74; 38,98. Установите, является ли подозрительный результат (выделено) грубой ошибкой.
114. Вычислить ЭДС серебряно-цинкового гальванического элемента, в котором активности ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Zn}^{2+}$  соответственно равны 0,1 и 0,05 моль/л. Напишите уравнение реакции, протекающей при работе данного гальванического элемента, составьте схему гальванического элемента.  $T = 298 \text{ K}$ .  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,8\text{В}$ ;  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,4\text{В}$ .
115. Для измерения рН среды некоторого раствора была составлена гальваническая цепь из водородного и каломельного (насыщенного) электродов. Измеренная при  $33^\circ \text{C}$  ЭДС этого раствора составила 705 мВ. Вычислите рН данного раствора и приведите схему гальванической цепи, если при  $33^\circ \text{C}$   $E(\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}_{(\text{насыщ})}/\text{Hg}) = 0,242 \text{ В}$ .
116. Потенциал свинцового электрода, помещенного в раствор его соли, составил - 0,11 В. Вычислите активность ионов свинца ( $\text{Pb}^{2+}$ ) при  $27^\circ \text{C}$ , если при данной температуре  $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = - 0,124 \text{ В}$ .
117. Дан электрод  $\text{Pt}/\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}$ . Концентрации солей  $\text{SnCl}_4$  и  $\text{SnCl}_2$  соответственно равны 0,01 М и 0,001 М при  $25^\circ \text{C}$ . Определите тип электрода и рассчитайте его потенциал, приняв коэффициент активности равным 0,86.
118. ЭДС элемента  $\text{Pt}, \text{H}_2 | \text{HCl} || \text{KCl}_{(\text{насыщ})}, \text{AgCl} | \text{Ag}$  при  $25^\circ \text{C}$  равна 0,322 В. Чему равен рН раствора  $\text{HCl}$ ?
119. Вычислите ЭДС серебряно-кадмиевого гальванического элемента, в котором активности ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Cd}^{2+}$  соответственно равны 0,1 и 0,06 моль/л. Напишите уравнение реакции, протекающей при работе данного гальванического элемента, составьте схему гальванического элемента.  $T = 298 \text{ K}$ .  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,8\text{В}$ ;  $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,403 \text{ В}$ .
120. Для титрования йодид-ионов использовались  $\text{MnO}_4^-$  ионы, которые генерировались в анодном пространстве кулонометрической ячейки в сернокислой среде. Точку эквивалентности устанавливали потенциометрически. Вычислите массу (в мг) йодида калия в растворе, если титрование продолжалось в течение 240 с при постоянной силе тока 16 мА.
121. Для титрования йодид-ионов использовались  $\text{MnO}_4^-$  ионы, которые генерировались в анодном пространстве кулонометрической ячейки в сернокислой среде. Точку эквивалентности устанавливали потенциометрически. Вычислите массу (в мг) йодида калия в растворе, если титрование продолжалось в течение 308 с при постоянной силе тока 20 мА.

122. Для определения кобальта (II) потенциометрическим методом была взята навеска сплава 0,9252 г. На её титрование израсходовано 19,10 мл 0,0612 Н раствора  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Вычислите массовую долю (%) кобальта в анализируемом образце. ( $f_{\text{эка}}(Co^{2+}) = 1$ ).
123. Определите время, теоретически необходимое для полного выделения на катоде кадмия из 20,00 мл раствора сульфата кадмия концентрацией 0,0622 моль/л, если электролиз проводился при силе тока 0,100 А и выход по току составлял 100 %.
124. Определите молярную концентрацию эквивалента раствора дихромата калия, если при кулонометрическом титровании 20 мл этого раствора электролитически генерируемым железом (II) на восстановление  $Cr_2O_7^{2-}$  потребовалось 25 мин при силе тока 0,2 А.
125. Навеску цветного сплава массой 1,6210 г растворили и путем электролиза при постоянной силе тока 0,180 А за 38,0 мин выделили на катоде медь и на аноде свинец в виде  $PbO_2$ . Определите массовую долю (%) меди и свинца в сплаве, если выход по току составлял 100%.
126. Определить активную электропроводность раствора, содержащего 0,02 моль/л уксусной кислоты, если рН равно 4,5.  $\lambda_{\infty} = 39,13 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$
127. Определить значение рН раствора, если эквивалентная электропроводность при 25° С равна  $29 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$ , а удельная электропроводность 1,05 См/м.
128. Удельная электропроводность 0,15 М раствора хлорида натрия при температуре 25° равна  $1,21 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Рассчитать эквивалентную электропроводность этого раствора.
129. Рассчитать концентрацию фенолята натрия в растворе, если удельная электропроводность равна  $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ , а эквивалентная электропроводность равна 53,9  $\text{см}^2/\text{Ом} \cdot \text{моль} \cdot \text{эkv}$ .
130. Определить значение эквивалентной электропроводности 3%-ного раствора сульфата натрия (плотность 1,018 г/см<sup>3</sup>) при 25° С, если удельная электропроводность этого раствора равна 5,36 См/м.
131. Навеску технического фенола массой 2,604 г после обработки раствором гидроксида натрия перенесли в колбу вместимостью 100,0 мл и довели водой до метки. При высокочастотном титровании пробы 1,00 мл 0,1180 М НСl получили следующие результаты:
- |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V(НСl), мл       | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,2 | 5,5 | 5,8 |
| I, $\mu\text{A}$ | 76  | 72  | 65  | 62  | 55  | 55  | 55  | 55  | 55  | 70  | 84  | 98  |
- Вычислите массовую долю (%) фенола в образце.
132. При титровании раствора хлорида бария 0,200 Н серной кислотой получили следующие данные по шкале высокочастотного титратора:
- |                                       |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| V( $H_2SO_4$ ), мл                    | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   |
| Показания прибора (I, $\mu\text{A}$ ) | 19,2 | 22,0 | 29,5 | 43,0 | 62,0 |
|                                       | 21,5 | 28,0 | 34,5 | 50,5 | 68,3 |
|                                       | 24,6 | 31,2 | 39,2 | 55,1 | 71,4 |
- Построить график и определить содержание хлорида бария (в г) в исследуемом растворе.
133. Используя стандартные растворы гидроксида калия, построили калибровочный график. Значения концентраций и электропроводности приводятся в таблице.
- |                  |      |     |     |     |     |
|------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| $C_{\text{эkv}}$ | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 |
| $\chi$ , См/см   | 219  | 213 | 206 | 197 | 180 |
- Определите содержание вещества КОН в г/л, если при измерении была получена величина аналитического сигнала  $\chi_x$  равная 199 См/см
134. Определите концентрацию цинка (мг/л) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 мл этого раствора раствором  $K_4[Fe(CN)_6]$  с  $T(K_4[Fe(CN)_6]/Zn) = 0,00244 \text{ г/мл}$  получили следующие результаты:

- |  |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ], | 0    | 0,20 | 0,40 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00  | 2,50  | 3,00  |
| мл                                       |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| I <sub>d</sub> мкА                       | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 31,0 | 32,0 | 120,0 | 210,0 | 300,0 |
135. Определите концентрацию цинка (мг/л) в исследуемом растворе, если при амперометрическом титровании 10,00 мл этого раствора раствором K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] с T(K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]/Zn) = 0,00244 г/мл получили следующие результаты:
- |  |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| V(K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ], | 0    | 0,20 | 0,40 | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50  | 3,00  |
| мл                                       |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
| I <sub>d</sub> мкА                       | 44,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 46,0 | 46,0 | 46,0 | 175,0 | 300,0 |
136. Навеску руды массой 0,7905 г растворили и восстановили железо до Fe<sup>2+</sup>, а затем в кулонометрической ячейке количественно окислили его на платиновом аноде при контролируемом потенциале. Количество затраченного электричества определили кулонометром, платиновый анод которого погружен в раствор иодида калия. На титрование йода, выделившегося при прохождении тока, потребовалось 22,3 мл 0,05 М тиосульфата натрия. Вычислите массовую долю (%) железа в руде.
137. Для титрования йодид-ионов использовались MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> ионы, которые генерировались в анодном пространстве кулонометрической ячейки в сернокислой среде. Точку эквивалентности устанавливали потенциометрически. Вычислите массу (в мг) йодида калия в растворе, если титрование продолжалось в течение 272 с при постоянной силе тока 18 мА.
138. Рассчитайте характеристику капилляра при потенциале - 0,58 В относительно донной ртути, если масса 30 капель ртути, вытекающих из капилляра за 45 с, составляет 0,3528 г.
139. Определите величину предельного диффузионного тока бария (II) на фоне 0,2 М нитрата натрия если его концентрация составляет 4,86 · 10<sup>-4</sup> М. D = 1,75 · 10<sup>-5</sup> см<sup>2</sup> · с<sup>-1</sup>, m = 4,8 мг/с, t = 1,98 с.
140. Рассчитайте эффективный коэффициент диффузии ионов никеля по следующим данным: величина предельного диффузионного тока составляет 8,96 мкА, концентрация ионов никеля в растворе 6,8 · 10<sup>-4</sup> М, масса 80 капель ртути 1,2 г, время образования 10 капель равно 18 с.
141. Определите характеристику капилляра при потенциале -0,57 В относительно донной ртути, если 20 капель ртути весят 0,2265 г, а время образования 20 капель составляет 34 с.
142. Рассчитать концентрацию ионов свинца в растворе, если известно, что D = 0,98 · 10<sup>-5</sup> см<sup>2</sup> · с<sup>-1</sup>, m = 3,1 мг/с, t = 2,3 с, сила предельного диффузионного тока равна 7,2 мкА.
143. Навеску алюминиевого сплава массой 5,30 г растворили, раствор разбавили до 50,0 мл. Высота полярографической волны свинца в полученном растворе оказалось равной 11,0 мм. Вычислите массовую долю (%) свинца в анализируемых образцах.
144. Чему равен молярный коэффициент поглощения комплексного соединения меди (II), если оптическая плотность раствора, содержащего 0,21 мг ионов Cu<sup>2+</sup> в 200 мл при толщине поглощающего слоя 2 см равна 0,15?
145. Чему равна интенсивность света при прохождении через слой раствора толщиной 10 см, если при прохождении света через слой этого же раствора толщиной 1 см она уменьшается на 10 %?
146. Определить молярный коэффициент поглощения комплексного соединения меди (II), 10<sup>-5</sup> М раствора, измеренная в кювете толщиной 3 см, если оптическая плотность 5 составила 0,20.
147. Рассчитайте средний молярный коэффициент поглощения ε (дм<sup>3</sup> × моль<sup>-1</sup> × см<sup>-1</sup>), для кислых и водных растворов KMnO<sub>4</sub> при nm 528 = λ по следующим значениям молярной концентрации С и оптической плотности А растворов (l = 1 см). С, моль/л 1 · 10<sup>-4</sup> 1,5 · 10<sup>-4</sup> 2,0 · 10<sup>-4</sup> 2,5 · 10<sup>-4</sup> А 0,24 0,36 0,48 0,60 а) 4000; б) 2400; в) 6200; г) 5400.
148. Через колонку, содержащую 5 г катионита, пропустили 250,0 мл 0,05 М раствора ZnSO<sub>4</sub>. Вытекающий из колонки раствор собирали порциями по 50,00 мл. В каждой порции определяли содержание ионов цинка и получили следующие значения

- концентраций моль экв/л: 1 – 0,016; 2– 0,058; 3 – 0,076; 4 – 0,100; 5 – 0,100. Вычислить полную динамическую обменную емкость катионита.
149. Для определения динамической обменной емкости катионита через колонку, содержащую 5 г ионита, пропустили 500,0 мл 0,05 М  $\text{CaCl}_2$ . При определении  $\text{Ca}^{2+}$  в элюате в порциях по 50,00 мл были получены следующие значения концентраций: 0,003; 0,008; 0,015; 0,025; 0,040; 0,050 и 0,050 моль/л. Определить динамическую обменную емкость катионита.
150. Сколько граммов анионита АВ-17 в СГ – форме потребуется для выделения  $\text{NO}_3^-$  – ионов из 500,0 мл раствора  $\text{NaNO}_3$  с титром 0,008500 г/мл, если статическая обменная емкость анионита составляет 5 мэкв/г?
151. Сколько граммов цинка останется в растворе, если через колонку с 3 г катионита пропустили 250,0 мл раствора  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  с титром, равным 0,009470 г/мл? Полная динамическая обменная емкость катионита составляет 5 мэкв/г.
152. 20,00 мл раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  из мерной колбы емкостью 200,0 мл пропустили через колонку с катионитом КУ-2 в  $\text{H}^+$  – форме. Элюат оттитровали 10,00 мл раствора  $\text{NaOH}$  с титром по соляной кислоте, равным 0,003650 г/мл. Определить содержание соли в анализируемом растворе.
153. Определить длину хроматографической колонки, если удерживаемый объем одного из компонентов равен 60 мл, а полуширина пика этого компонента – 2 мм. Расход газа-носителя – 30 мл/мин. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 2.5 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч.
154. Определить длину хроматографической колонки, если время удерживания одного из компонентов равно 2 мин., а полуширина пика – 3 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 3 мм.
155. Рассчитать высоту, эквивалентную теоретической тарелке, для хроматографической колонки длиной 2 м, если приведенное время удерживания компонента равно 1 мин., а полуширина пика – 1 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы основная

- 1) Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник/Харитонов Ю.Я. - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 688 с.- ISBN 978-5-9704-2934-1. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
- 2) Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник/Харитонов Ю.Я. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2014.- 656 с.- ISBN 978-5-9704-2934-1. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
- 3) Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений: учебное пособие/Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2014.- 656 с.- ISBN 978-5-9704-2934-1. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

#### **дополнительная**

- 1) Александрова Т.П., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие/ Александрова Т.П.-Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.-106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html>
- 2) Миронов И В., Справочные данные для расчетов в аналитической химии: учеб.-метод. пособие. 5-е изд. перераб. и доп./ Миронов И.В. - Новосибирск: РИЦ НГУ, 2018. - 152 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ngu13.html>
- 4) Моногарова О.В., Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб. пособие/ О.В.Моногарова, С.В. Мигунова, Д.Г.Филатова: под ред. Т.Н. Шеховцовой. -М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016.- 112 с.- ISBN 978-5-9704-3572-4. - Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт].- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html>

#### **учебно-методическая**

- 1) Брынских Г.Т., Михеева Л.А. "Качественный химический анализ" Учебно-методическое пособие по аналитической химии для студентов 2 курса специальности Фармация, Ульяновск, 2020
- 2) Брынских Г.Т., Михеева Л.А. "Количественный химический анализ" Учебно-методическое пособие по аналитической химии для студентов 2 курс специальности Фармация, Ульяновск, 2019
- 3) Брынских Г.Т., Михеева Л.А. "Физико-химический анализ" Руководство для лабораторно-практических работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности Фармация, Ульяновск, 2020
- 4) Брынских Г.Т. «Контрольные задания по аналитической химии для студентов 2 курс специальности Фармация, Ульяновск, 2019

### **СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

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

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

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

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной

информационно-образовательной среде с учётом их индивидуальных психофизических особенностей.