


|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |



УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета института  
медицины, экологии и физической культуры  
18 мая 2022 г., протокол № 9/239

Председатель \_\_\_\_\_ / В.И. Мидленко /  
подпись расшифровка подписи  
18 мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

|            |                             |
|------------|-----------------------------|
| Дисциплина | Аналитическая химия         |
| Факультет  | Экологический               |
| Кафедра    | Общей и биологической химии |
| Курс       | 2                           |

Направление  
(специальность) 04.03.01 "Химия"  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность  
*полное наименование*

Форма  
обучения очная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » 09 2022 г.

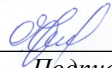
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

| ФИО                        | Кафедра                     | Должность,<br>ученая степень, звание |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Брынских Галина Тимофеевна | Общей и биологической химии | Доцент, к.б.н., доцент               |

|  |
|--|
| <b>СОГЛАСОВАНО</b>   |
| Заведующий выпускающей кафедрой  |
| (  / <u>Шроль О.Ю.</u> /<br>Подпись <span style="float: right;">ФИО</span><br>« <u>16</u> » мая <u>2022</u> г. |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

### Цели освоения дисциплины:

1. Формирование у бакалавра представлений о теоретических основах и многообразии аналитических методов анализа.
2. Формирование системных знаний, необходимых в практической деятельности химика-аналитика и исследователя для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.
3. Подготовка бакалавров к профессиональному выбору аналитического метода, оборудования, приемов качественного и количественного анализа применительно к конкретному объекту анализа.
4. 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Б 1 Дисциплины (модули). Базовая часть.

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

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

Выпускник бакалавриата должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений (ОПК-1)
- способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический


|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойства веществ и материалов, исследование процессов с их участием (ОПК-2)

- способен применять расчётно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники. (ОПК-3)

- способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6)

| Код и наименование реализуемой компетенции   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций  |
|--|---|
| ОПК 1 - способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов и наблюдений   | <p><b>Знать:</b> Применение основных положений теории растворов, учения о химическом равновесии, химической кинетике, катализе, адсорбции в аналитической химии.</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества, используя соответствующие физические приборы и аппараты. Анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов и наблюдений</p> <p><b>Владеть:</b><br/>Методологией выбора аналитического метода анализа в зависимости от аналитических задач и объекта анализа.</p>  |
| ОПК-2 - Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойства веществ и материалов, исследование процессов с их участием. | <p><b>Знать:</b> 1) Принципы качественного и количественного анализа основных классов неорганических и органических веществ.<br/>2) Методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений.</p> <p><b>Уметь:</b> 1) Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований.<br/>2) Готовить и стандартизировать растворы аналитических реагентов.<br/>3) Отбирать среднюю пробу, составлять схемы анализа, проводить качественный и количественный анализ веществ, в пределах использования основных приемов и методов, предусмотренных программой<br/>4) Проводить разделение катионов и анионов химическими методами.<br/>5) Работать с основными типами приборов, используемых в анализе (фотоэлектроколориметры, спектрофотометры, потенциометры и др.).</p> <p><b>Владеть:</b> 1) Методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы.<br/>2) Техник выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества.</p> |
| ОПК- 3 - способен применять расчётно-теоретические методы для изучения свойств   | <p><b>Знать:</b> 1) Основные законы, лежащие в основе аналитической химии. Задачи аналитической химии и химического анализа, пути и способы их решения.<br/>2) Основные разделы аналитической химии, химического и</p>  |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


|  |  |
|--|--|
| веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.   | <p>физико-химического анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> 1) Прогнозировать результаты физико-химического анализа, на основе теоретических знаний.</p> <p>2) Проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах.</p> <p>3) Применять полученные знания для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками выполнения исходных вычислений, итоговых расчетов с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.</p> |
| ОПК-6 - Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе. | <p><b>Знать:</b> Фундаментальные химические понятия. Методы математической статистики.</p> <p><b>Уметь:</b> Представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками работы с простейшими приборами и навыками по постановке и проведению анализа.</p>  |

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 17 ЗЕТ

4.2. По видам учебной работы (в часах): 612 часа


| Вид учебной работы  | Количество часов (форма обучения очная )              |  |  |
|---|---|--|--|
|   | Всего по плану  | В т.ч. по семестрам                                    |  |
|   |   | 3  | 4  |
| 1   | 2   | 3  | 4  |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП  | 440   | 216  | 224  |
| Аудиторные занятия:   | 440   | 216  | 224  |
| лекции  | 136   | 72   | 64   |
| Семинары и практические занятия   | 136   | 72   | 64   |
| Лабораторные работы, практикумы   | 168   | 72   | 96   |
| Самостоятельная работа  | 100   | 36   | 64   |
| Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов) | тестирование, коллоквиум отчет по лабораторной работе | тестирование, коллоквиум, отчет по лабораторной работе | тестирование, коллоквиум, отчет по лабораторной работе |
| Курсовая работа   | курсовая работа                                       |  | курсовая работа  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен   | 72  | экзамен/36   | экзамен/36   |
| Всего часов по дисциплине   | 612   | 288  | 324  |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) 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               | Практические занятия, семинары | Лабораторные работы, практикумы |                               |                        |                                |
| 1   | 2     | 3                    | 4                              | 5                               | 6                             | 7                      | 8                              |
| <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    | 6                    | -                              | 8                               | 8                             | 2                      | тестирование                   |
| 2. Гетерогенные равновесия в системе осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Качественный анализ. | 46    | 16                   | 8                              | 12                              | 12                            | 10                     | тестирование, коллоквиум       |
| 3. Кислотно - основные равновесия в аналитической химии.  | 32    | 10                   | 12                             | -                               |                               | 10                     | тестирование, коллоквиум       |
| 4. Комплексные соединения в аналитической химии.  | 10    | 4                    | 2                              | -                               |                               | 4                      | тестирование, коллоквиум       |
| 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах.  | 11    | 4                    | 4                              | -                               |                               | 3                      | тестирование, коллоквиум       |
| 6. Количественный анализ. Гравиметрия.  | 19    | 6                    | 6                              | 4                               | 4                             | 3                      | тестирование, коллоквиум       |
| 7. Титриметрические методы анализа.   | 117   | 26                   | 40                             | 48                              | 48                            | 3                      | тестирование, коллоквиум       |
| Всего в 3 семестре  | 288   | 72                   | 72                             | 72                              | 72                            | 36                     |                                |
| <b>Раздел 2. Инструментальные (физико-химические) методы анализа.</b>   |       |                      |                                |                                 |                               |                        |                                |
| 1. Общая характеристика физ.-химических методов анализа.  | 8     | 2                    | -                              | -                               | -                             | 6                      | тестирование, коллоквиум       |
| 2. Электрохимические  | 128   | 30                   | 36                             | 42                              | 42                            | 20                     | тестирование,                  |

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

|   |     |     |     |     |     |     |                          |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
| методы анализа  |     |     |     |     |     |     | коллоквиум               |
| 3. Оптические методы анализа.   | 104 | 22  | 20  | 42  | 42  | 20  | тестирование, коллоквиум |
| 4. Хроматографические методы анализа  | 34  | 6   | 6   | 6   | 6   | 10  | тестирование, коллоквиум |
| 5. Кинетические методы анализа  | 20  | 2   | 2   | 6   | 6   | 4   | тестирование, коллоквиум |
| 6. Современное состояние и перспективы развития аналитической химии. Основные объекты анализа | 6   | 2   | -   | -   | -   | 4   | тестирование, коллоквиум |
| Всего в 4 семестре  | 324 | 64  | 64  | 96  | 64  | 64  |                          |
| Итого   | 612 | 136 | 136 | 168 | 136 | 100 |                          |

## 5. 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



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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, комплексобразования, 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,

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 рН, 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-, ультрамикрoанализ). 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), кислотнo-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



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

## **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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 pH перехода окраски индикатора. Показатель титрования (pT). 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 pH на различных этапах титрования, посторенные 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 аминополикарбонновых 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 комплексометрического титрования, их расчет и построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования (устойчивость комплексонов, концентрации ионов металла и комплексона, pH раствора).

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

Примеры практического применения метода комплексометрического 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,

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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 ионоселективного электрода в отсутствие посторонних ионов. Потенциал ионоселективного 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 рН, 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 присовместном 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



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 (осциллополярграфия).

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.



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### ***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 спектроскопии. 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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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.

#### **Тема 6. Современное состояние и перспективы развития аналитической химии. Основные объекты анализа**

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Неорганические соединения, определение в них основных компонентов, примесных и легирующих микроэлементов.

### **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

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

**Тема 2. Гетерогенные равновесия в аналитической химии.**

**Занятие № 1. Определение произведения растворимости и растворимости малорастворимого электролита. (2 ч)**

**Вопросы к теме:**


- 1) Вычисление содержания вещества в граммах в насыщенных растворах солей.
- 2) Вычисление произведения растворимости по данным растворимости осадков.
- 3) Решение типовых задач.

**Занятие № 2. Равновесия в насыщенных растворах малорастворимых электролитов (2 ч)**

**Вопросы к теме:**

- 1) На основе экспериментально полученных результатов обосновать:
  - а) Условия образования осадков.
  - б) Возможность протекания конкурирующих гетерогенных процессов.
  - в) Условия растворения малорастворимых электролитов.
- 2) Решение типовых задач.

**Занятие № 3. Прогнозировать протекание совмещенных гетерогенных и протолитических процессов (2 ч)**

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

### **Вопросы к теме:**

- 1) Изолированные и совмещенные гетерогенные равновесия. Конкурирующие процессы.
- 2) Влияние ионной силы, одноименного иона и pH на растворимость осадков.
- 3) Решение типовых задач.

### **Занятие № 4 Прогнозировать протекание совмещенных гетерогенных и лиганднообменных процессов (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Причины растворения малорастворимых соединений при воздействии внешних факторов
- 2) Влияние комплексообразования на растворимость и условия осаждения малорастворимых соединений.
- 3) Решение типовых задач.

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

#### **Занятие № 5 Равновесия в водных растворах кислот и оснований (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Равновесия в водных растворах кислот и оснований.
- 2) Расчёт степени ионизации и константы ионизации слабых электролитов.
- 3) Вычисление pH растворов слабых кислот и оснований.
- 4) Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.
- 5) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 6. Равновесия в водных растворах сильных электролитов (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Ионная сила раствора. Расчёт ионной силы раствора.
- 2) Активность и коэффициент активности сильного электролита.
- 3) Вычисление pH растворов сильных кислот и оснований.
- 4) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 7. Равновесное состояние реакций гидролиза (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Применение закона Оствальда к реакциям гидролиза. Расчёт степени и константы гидролиза.
- 2) Зависимость константы гидролиза и степени гидролиза от константы кислотности, константы основности и константы ионизации воды.
- 3) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 8. Расчёт pH в водных растворах солей (2 ч)**


#### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление pH, степени гидролиза и константы гидролиза соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой.
- 2) Вычисление pH, степени гидролиза и константы гидролиза соли, образованной слабым основанием и сильной кислотой.
- 3) Вычисление pH, степени гидролиза и константы гидролиза соли, образованной слабым основанием и слабой кислотой.
- 4) Равновесия в растворах кислых солей. Вычисление pH.
- 5) Решение типовых задач

#### **Занятие № 9. Влияние различных факторов на степень диссоциации электролитов (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Влияние одноименного иона на степень диссоциации слабых кислот и оснований.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

- 2) Вычисление концентрации водородных ионов при смешении электролитов.
- 3) Вычисление степени диссоциации и концентрации ионов слабых кислот и оснований при добавлении к ним сильных кислот и оснований.
- 4) Решение типовых задач

#### **Занятие № 10 Буферные растворы (2 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Протолитические равновесия в буферных системах.
- 2) Составление буферных смесей с заданным значением рН.
- 3) Вычисление рН буферных растворов.
- 4) Расчёт буферной ёмкости.
- 5) Решение типовых задач.

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

##### **Занятие № 11. Равновесия в растворах комплексных соединений. (2 ч)**

##### **Вопросы к теме.**

- 1) Вычисление константы устойчивости комплекса (ступенчатые и общие).
- 2) Вычисление функция образования комплекса (среднее лигандное число).
- 3) Вычисление функция закомплексованности и степени образования комплекса.
- 4) Расчет доли комплекса в растворе и равновесной концентрации ионов.
- 5) Факторы, влияющие на комплексообразование.
- 6) Решение типовых задач.

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

##### **Занятие № 12. Окислительно-восстановительные реакции в растворах (2 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Составление ионно-электронных уравнений по схеме (для определения характера среды)
- 2) Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.
- 3) Решение типовых задач.

##### **Занятие № 13. Окислительно-восстановительный потенциал (2 ч).**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Возникновение окислительно-восстановительного потенциала на границе раздела фаз. Виды потенциалов.
- 2) Определение направления протекания окислительно-восстановительной реакции.
- 3) Расчёт ЭДС. Определение константы окислительно-восстановительной реакции по значению ЭДС.
- 4) Решение типовых задач.

#### **Тема 5. Количественный анализ. Гравиметрия.**

##### **Занятие № 14. Гравиметрический анализ (2 ч)**


##### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет минимальной навески
- 2) Вычисление стехиометрического количества реактива
- 3) Решение типовых задач.

##### **Занятие № 15. Гравиметрический анализ (продолжение) (2 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление избытка реактива для практически полного осаждения.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

2) Решение типовых задач.

### **Занятие № 16. Расчет результатов гравиметрического анализа (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление процентного содержания определяемого вещества
- 2) Вычисление аналитических множителей
- 3) Расчет навески при заданных условиях
- 4) Перерасчет результата анализа на сухое вещество.
- 5) Решение типовых задач

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

#### **Занятие № 17. Основные положения титриметрического анализа**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования).
- 2) Классификация методов титриметрического анализа
- 3) Способы выражения концентрации в титриметрических методах.
- 4) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 18. Типовые расчёты в титриметрическом анализе.**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет массы стандартного вещества, необходимого для приготовления титранта.
- 2) Расчет концентрации титранта при его стандартизации.
- 3) Расчет массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования.
- 4) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 19. Расчёты результатов титрования.**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчёт результатов прямого титрования.
- 2) Расчёт результатов обратного титрования.
- 3) Расчёт результатов косвенного титрования (титрования по заместителю)
- 4) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 20. Методы кислотно-основного титрования (2 ч)**


#### **Вопросы к теме:**

- 1) Титранты кислотно-основного титрования. Способы стандартизации.
- 2) Кислотно-основные индикаторы. Ионная, хромофорная и ионно-хромофорная теории индикаторов кислотно-основного титрования Интервал перехода индикатора.
- 3) Решение типовых задач.

#### **Занятие № 21, 22, 23. Расчет pH на различных этапах титрования(6 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Выбор индикатора.
- 2) Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Выбор индикатора.
- 3) Расчет и построение кривой титрования слабого основания сильной кислотой. Выбор индикатора.
- 4) Самостоятельная расчетно-графическая работа студентов.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

### **Занятие № 24. Расчеты результатов кислотно-основного титрования (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление фактора эквивалентности.
- 2) Вычисление молярной массы эквивалента.
- 3) Вычисление оптимальных навесок для приготовления стандартных растворов.
- 4) Приготовление стандартных растворов: по точной навеске стандартного вещества; приближенно с последующей стандартизацией по навеске или по стандартному раствору.
- 5) Решение задач.

### **Занятие № 25. Индикаторные ошибки кислотно-основного титрования (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет водородной и гидроксильной ошибки.
- 2) Расчет солевой ошибки
- 3) Расчет щелочной ошибки.
- 4) Решение задач

### **Занятие № 26. Расчет и построение кривых титрования по методу комплексообразования (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Комплексометрическое титрование. Сущность метода.
- 2) Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Примеры практического применения метода комплексометрического титрования.
- 3) Расчёты прямого, обратного и косвенного комплексометрического титрования.
- 4) Решение типовых задач.

### **Занятие № 27, 28. Расчет и построение кривых титрования по методу комплексообразования (4 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Органические реагенты в методе комплексометрического титрования.
- 2) Кривые титрования по методу комплексообразования.
- 3) Расчет концентрации ионов металла и аниона после установления точки эквивалентности.
- 4) Расчет концентрации ионов металла в точке эквивалентности в реакциях комплексообразования.
- 5) Расчет рМ при различных условиях, в том числе с учетом рН раствора.
- 6) Решение типовых задач.
- 7) Самостоятельная расчетно-графическая работа студентов. Выбор индикатора

### **Занятие № 29. Окислительно-восстановительное титрование (2 ч).**

#### **Вопросы к теме:**


- 1) Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода
- 2) Приготовление стандартных растворов. Расчет концентрации и титра растворов.
- 3) Решение типовых задач.

### **Занятие № 30. Кривые окислительно-восстановительного титрования (2 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила.
- 2) Расчёт окислительно-восстановительного потенциала в процессе титрования.



|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- 3) Расчёт окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности.
- 4) Решение типовых задач.

### **Занятие № 31. Перманганатометрическое титрование (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Общая характеристика перманганатометрического метода титрования.
- 2) Приготовление и стандартизация титрантов.
- 3) Условия проведения определений.
- 4) Определение конечной точки титрования
- 5) Решение типовых задач.

### **Занятие № 32. Йодометрическое титрование (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Общая характеристика йодиметрического, йодометрического метода титрования.
- 2) Приготовление и стандартизация титрантов.
- 3) Условия проведения определений.
- 4) Определение конечной точки титрования.
- 5) Решение типовых задач.

### **Занятие № 33. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования (2 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Классификация индикаторов (обратимые, необратимые). Интервал изменения окраски индикатора.
- 2) Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования, их происхождение, расчет, устранение.
- 3) Решение типовых задач.

### **Занятие № 34, 35. Расчеты результатов окислительно-восстановительного титрования (4 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

1. Вычисление фактора эквивалентности.
2. Вычисление молярной массы эквивалента окислителя и восстановителя.
3. Вычисление оптимальных навесок реагента для приготовления стандартного раствора.
4. Решение типовых задач.

### **Занятие № 36. Осадительное титрование Вычисление результатов осадительного титрования (2 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление  $pM^{n+}$  и  $pAn^{n-}$  в процессе титрования. Решение задач.
- 2) Расчетно-графическая работа: построение кривой осадительного титрования.
- 3) Вычисление количества определяемого вещества.
- 4) Вычисление массы навески, необходимой для приготовления стандартного раствора титранта.
- 5) Вычисление процентного содержания определяемого вещества в образце.
- 6) Решение задач.


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

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

#### **Занятие № 1. Общая характеристика электрохимических методов анализа (3 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Классификация электрохимических методов анализа.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- 2) Основные узлы приборов электрохимических методов анализа. Электрохимические ячейки.
- 3) Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока.

### **Занятие № 2. Потенциометрический метод анализа. Электроды в потенциометрии и их назначение (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Потенциометрия. Классификация методов потенциометрического анализа. Способы проведения анализа в потенциометрии.
- 2) Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.
- 3) Индикаторные электроды, требования к индикаторным электродам.
- 4) Электроды сравнения. Требования к электродам сравнения.
- 5) Принцип действия электронообменных и ионообменных электродов.
- 6) Выбор системы электродов для проведения анализа. Примеры практического применения ионометрии: определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
- 7) Решение типовых задач.

### **Занятие № 3. Ошибки измерения потенциала в растворах (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет ошибок измерения потенциала электрода в растворах
- 2) Установление зависимости ошибки измерения потенциала электрода от ионной силы раствора.
- 3) Решение типовых задач.

### **Занятие № 4. Ионоселективные электроды (3 ч).**


#### **Вопросы к теме:**

- 1) Классификация ионоселективных электродов.
- 2) Классификация мембранных ионоселективных электродов по способу изготовления.
- 3) Электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами.
- 4) Стекланный электрод, устройство, принцип работы.
- 5) Электродная функция,
- 6) Коэффициент селективности
- 7) Время отклика,
- 8) Предел определения потенциал определяющего иона.
- 9) Потенциал ионоселективного электрода в отсутствие посторонних ионов и в присутствии мешающих ионов.
- 10) Решение типовых задач.

### **Занятие № 5 Ионометрия (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет рН растворов.
- 2) Расчет соотношений окисленной и восстановленной форм элемента при определенном значении потенциала.
- 3) Расчет концентрации ионов.
- 4) Решение типовых задач.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

### **Занятие № 6. Потенциометрическое титрование (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.
- 2) Выбор индикаторных электродов для химических реакций разного типа: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.
- 3) Построение кривых потенциометрического титрования и определение количества вещества в граммах.
- 4) Расчет произведения растворимости труднорастворимой соли по значению потенциала системы.
- 5) Расчет тангенса угла прямой, выражающий зависимость  $E$  (мВ) от  $pX$  для разных электродов.
- 6) Решение типовых задач.

### **Занятие № 7. Коллоквиум по теме потенциометрический метод анализа (3 ч).**


#### **Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) Потенциометрия. Классификация методов потенциометрического анализа. Способы проведения анализа в потенциометрии.
- 2) Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.
- 3) Электроды в потенциометрии, их назначение. Индикаторные электроды, требования к индикаторным электродам.
- 4) Электроды сравнения. Требования к электродам сравнения.
- 5) Принцип действия электронообменных и ионообменных электродов.
- 6) Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов.
- 7) Электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами.
- 8) Стекланный электрод, устройство, принцип работы.
- 9) Потенциал ионоселективного электрода в отсутствие посторонних ионов и в присутствии мешающих ионов.
- 10) Основные электрохимические характеристики ИСЭ. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика, предел определения потенциал определяющего иона.
- 11) Выбор системы электродов для проведения анализа. Примеры практического применения ионметрии: определение  $pH$ , ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
- 12) Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.
- 13) Выбор индикаторных электродов для химических реакций разного типа: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

### **Занятие № 8. Кондуктометрический метод анализа (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Классификация кондуктометрических методов анализа.
- 2) Прямая кондуктометрия.
- 3) Расчет молярной и эквивалентной электропроводности растворов.
- 4) Кривые кондуктометрического титрования.
- 5) Расчет концентрации вещества в растворе.
- 6) Решение типовых задач.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### **Занятие № 9 Коллоквиум по теме кондуктометрический метод анализа(3 ч)**

#### **Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) Теоретические основы кондуктометрического метода.
- 2) Основные узлы приборов.
- 3) Кондуктометрическая ячейка.
- 4) Удельная электропроводность. Факторы, влияющие на удельную электропроводность.
- 5) Эквивалентная электропроводность и подвижность ионов, факторы, влияющие на эквивалентную электропроводность.
- 6) Уравнение Кольрауша, уравнение Онзагера.
- 7) Прямая кондуктометрия- основы метода.
- 8) Приемы нахождения неизвестной концентрации: метод градуировочного графика, расчетный метод.
- 9) Кондуктометрическое титрование.
- 10) Кривые кондуктометрического титрования.
- 11) Факторы, влияющие на четкость излома на кривых кондуктометрического титрования.
- 12) Высокочастотная кондуктометрия - основы метода.

### **Занятие № 10.Кулонометрический метод анализа (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Классификация кулонометрических методов анализа.
- 2) Прямая кулонометрия.
- 3) Кулонометрия при постоянномтоке и постоянном потенциале.
- 4) Расчет массы определяемого вещества в образце
- 5) Расчет процентного содержания вещества в смеси.
- 6) Решение типовых задач.
- 7) Внешняя и внутренняя генерация кулонометрическоготитранта.
- 8) Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
- 9) Определениеконечной точки титрования.
- 10) Решение типовых задач.

### **Занятие № 11. Коллоквиум по теме кулонометрический метод анализа (3 ч).**


#### **Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) Теоретические основы метода. Закон Фарадея.
- 2) Способы определения количества электричества.
- 3) Прямаякулонометрия и косвенная (кулонометрическое титрование).
- 4) Кулонометрия при постоянномтоке и постоянном потенциале.
- 5) Внешняя и внутренняя генерация кулонометрическоготитранта.
- 6) Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
- 7) Определениеконечной точки титрования.
- 8) Преимущества и ограничения метода кулонометрическоготитрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

### **Занятие № 12. Вольтамперометрические методы анализа (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Сущность и особенности вольтамперометрии, классификация методов.
- 2) Электрохимические ячейки.
- 3) Индикаторные электроды, поляризация электрода.
- 4) Предельный диффузионныйток.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- 5) Полярография - основы метода.
- 6) Уравнение полярографической волны Ильковича- Гейровского.
- 7) Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциалаполуволны.
- 8) Количественный анализ. Уравнение Ильковича.

### **Занятие № 13. Расчеты в вольтамперометрии (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Определение характеристики капилляра при известных значениях потенциала, времени, массы капли ртути и количества капель.
- 2) Расчет эффективного коэффициента диффузии ионов.
- 3) Расчет концентрации ионов в растворе.
- 4) Расчет силы тока
- 5) Расчет концентрации с использованием методов стандартов.
- 6) Расчет зависимости высоты волн катионов от их концентрации в растворе и наоборот.
- 7) Вычисление содержания примесей элементов по высоте волн, с использованием метода стандартов.
- 8) Расчет потенциала полуволны и количества электронов, участвующих в процессе.
- 9) Решение типовых задач.

### **Занятие № 14. Расчёты в вольтамперометрии(продолжение) (3ч).**


#### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет зависимости высоты волн катионов от их концентрации в растворе и наоборот.
- 2) Вычисление содержания примесей элементов по высоте волн, с использованием метода стандартов.
- 3) Расчет потенциала полуволны и количества электронов, участвующих в процессе.
- 4) Решение типовых задач.

### **Занятие № 15. Коллоквиум по теме вольтамперометрия (3 ч).**

#### **Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) Сущность и особенности вольтамперометрии, классификация методов.
- 2) Электрохимические ячейки.
- 3) Индикаторные электроды, поляризация электрода.
- 4) Преимущества и недостатки ртутногоэлектрода.
- 5) Применение твердых электродов.
- 6) Получение и характеристика вольтампернойкривой.
- 7) Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи.
- 8) Предельный диффузионныйток.
- 9) Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллополярграфия).
- 10) Полярография- сущность метода.
- 11) Качественный анализ. Уравнение полярографической волны Ильковича- Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциалаполуволны.
- 12) Количественный анализ. Уравнение Ильковича. Явления, искажающие вид полярограмм.
- 13) Инверсионная вольтамперометрия.
- 14) Методы концентрирования определяемого элемента на электроде. Достоинства перед другими методами.
- 15) Амперометрическое титрование.Сущность метода.
- 16) Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода.
- 17) Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

18) Виды кривых титрования. Определение точки эквивалентности.

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

#### **Занятие № 16. Теоретические основы метода. Методы молекулярной оптической (УФ, видимой и ИК) спектроскопии (3 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) 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).
- 2) Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением.
- 3) Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения.
- 4) Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы.
- 5) Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы.
- 6) Сущность метода. Цвет и спектр.
- 7) Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром.
- 8) Способы получения окрашенных соединений.
- 9) Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним.
- 10) Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам.

#### **Занятие № 17. Основные законы светопоглощения. Методы абсорбционного анализа (3 ч).**

Проводится в форме **ролевой игры**. Между отдельными вопросами предлагается расшифровать ребусы, викторины, кроссворды, заранее подготовленные студентами.

##### **Вопросы к теме:**


- 1) Объединенный закон светопоглощения Бугера-Ламберта – Бера. Отклонения от закона, их причины.
- 2) Оптическая плотность и светопропускание, связь между ними.
- 3) Коэффициент поглощения света и коэффициент погашения – молярный и удельный.
- 4) Связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения света.
- 5) Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.
- 6) Аналитические возможности и метрологические характеристики фотометрических методов анализа.
- 7) Основные узлы и общий принцип работы приборов абсорбционной спектроскопии.
- 8) Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод).
- 9) Анализ многокомпонентных систем.
- 10) Способы определения концентрации веществ.
- 11) Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним.

#### **Занятие № 18. Расчёты в оптических методах анализа (3 ч)**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Расчет оптической плотности раствора.
- 2) Расчет светопропускания.
- 3) Расчет коэффициента поглощения света и коэффициента погашения.
- 4) Решение типовых задач.



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### **Занятие № 19. Визуальная колориметрия (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

Проводится в форме **ролевой игры**. Между отдельными вопросами предлагается расшифровать ребусы, викторины, кроссворды, заранее подготовленные студентами.

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Визуальная колориметрия: определение, суть метода.
- 2) Условия проведения колориметрических исследований.
- 3) Решение типовых задач
- 4) Определение концентрации вещества методом стандартных серий.
- 5) Определение концентрации вещества методом уравнивания окрасок.
- 6) Определение концентрации вещества методом разбавления.
- 7) Решение типовых задач.

### **Занятие № 20. Фотоэлектроколориметрия. (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Сущность метода, достоинства и недостатки, применение.
- 2) Основные этапы проведения фотометрического анализа.
- 3) Выбор условий фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения).

### **Занятие № 21. Определение концентрации анализируемого раствора в методе фотоэлектроколориметрии (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Определение концентрации вещества методом градуировочного графика.
- 2) Определение концентрации вещества методом одного стандарта.
- 3) Определение концентрации по молярному (или удельному) коэффициенту погашения.
- 4) Определение концентрации вещества методом добавок.
- 5) Определение концентрации вещества методом стандарта.
- 6) Определение концентрации нескольких веществ при их совместном присутствии: фотометрический анализ двухкомпонентных смесей.
- 7) Решение типовых задач.

### **Занятие № 22. Расчеты результатов оптического измерения (3 ч).**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Вычисление молярного коэффициента поглощения минимальной концентрации компонента
- 2) Расчет концентрации определяемого компонента методом добавок
- 3) Расчет концентрации по известной величине молярного коэффициента поглощения.
- 4) Расчет содержания элементов при совместном присутствии.
- 5) Расчет константы диссоциации индикатора.
- 6) Решение типовых задач.


### **Занятие № 23. Расчет ошибок фотометрического определения (3 ч)**

- 1) Решение типовых задач

### **Занятие № 24. Спектрофотометрия (3 ч).**

Проводится в форме **ролевой игры**. Между отдельными вопросами предлагается расшифровать ребусы, викторины, кроссворды, заранее подготовленные студентами.

#### **Вопросы к теме:**

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- 1) Сущность метода, достоинства и недостатки.
- 2) Погрешности спектрофотометрического анализа, их природа, устранение.
- 3) Применение метода для исследования реакций (комплексобразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения.
- 4) Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных смесей.

### **Занятие № 25. Способы определения концентрации в спектрофотометрии (3 ч)**

#### **Вопросы к теме:**

- 1) Определение концентрации методом градуировочного графика.
- 2) Определение концентрации дифференциальным методом.
- 3) Определение концентрации методом добавок.
- 4) Определение концентрации методом стандартов.
- 5) Решение типовых задач

### **Занятие № 26. Спектрофотометрическое титрование(3 ч)**


#### **Вопросы к теме:**

- 1) Определение веществ в присутствии примесей.
- 2) Метод Алена.
- 3) Решение типовых задач.

### **Занятие № 27. Коллоквиум по теме оптические методы анализа (3 ч).**

#### **Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) 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).
- 2) Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением.
- 3) Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения.
- 4) Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы.
- 5) Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы.
- 6) Сущность абсорбционного метода. Цвет и спектр.
- 7) Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром.
- 8) Способы получения окрашенных соединений.
- 9) Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним.
- 10) Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам.
- 11) Объединенный закон светопоглощения Бугера-Ламберта – Бера. Отклонения от закона, их причины.
- 12) Оптическая плотность и светопропускание, связь между ними.
- 13) Коэффициент поглощения света и коэффициент погашения – молярный и удельный.
- 14) Связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения света.
- 15) Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.
- 16) Аналитические возможности и метрологические характеристики фотометрических методов анализа.
- 17) Основные узлы и общий принцип работы приборов абсорбционной спектроскопии.
- 18) Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод).

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


- 19) Анализ многокомпонентных систем методом абсорбционной спектроскопии.
- 20) Способы определения концентрации веществ в абсорбционной спектроскопии.
- 21) Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним.
- 22) Расчет оптической плотности и светопропускания раствора.
- 23) Расчет коэффициента поглощения света и коэффициента погашения.
- 24) Визуальная колориметрия: определение, суть метода.
- 25) Условия проведения визуальных колориметрических исследований.
- 26) Определение концентрации вещества методом стандартных серий.
- 27) Определение концентрации вещества методом уравнивания окрасок.
- 28) Определение концентрации вещества методом разбавления.
- 29) Сущность метода, основные этапы проведения фотометрического анализа достоинства и недостатки метода.
- 30) Выбор условий фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения).
- 31) Определение концентрации вещества: методом градуировочного графика, методом одного стандарта, по молярному (или удельному) коэффициенту погашения, методом добавок.
- 32) Определение концентрации нескольких веществ при их совместном присутствии: фотометрический анализ двухкомпонентных смесей.
- 33) Вычисление молярного коэффициента поглощения минимальной концентрации компонента
- 34) Расчет концентрации определяемого компонента методом добавок
- 35) Расчет концентрации по известной величине молярного коэффициента поглощения.
- 36) Расчет содержания элементов при совместном присутствии.
- 37) Расчет константы диссоциации индикатора.
- 38) Сущность спектрофотометрического метода, достоинства и недостатки.
- 39) Погрешности спектрофотометрического анализа, их природа, устранение.
- 40) Применение метода для исследования реакций (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения.
- 41) Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных смесей.
- 42) Спектрофотометрическое определение концентрации методом градуировочного графика.
- 43) Спектрофотометрическое определение концентрации: дифференциальным методом, методом добавок, методом стандартов,
- 44) Спектрофотометрическое определение веществ в присутствии примесей.
- 45) Спектрофотометрическое определение по методу Алена.

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

##### **Занятие № 28. Основы хроматографии (3 ч).**

##### **Вопросы к теме:**

- 1) Сущность хроматографических методов анализа.
- 2) Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
- 3) Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
- 4) Метод абсолютной калибровки.
- 5) Метод внутренней нормализации
- 6) Метод внутреннего стандарта.
- 7) Количественные характеристики разделения.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

8) Решение типовых задач

**Занятие № 29. Расчеты в хроматографических методах анализа (3 ч)**

**Вопросы к теме:**

1. Качественные характеристики хроматографического процесса.
2. Расчет времени удерживания и удерживаемого объема.
3. Расчет коэффициента емкости колонки.
4. Расчет относительной скорости перемещения компонентов в тонком слое.
5. Решение типовых задач.

**Занятие № 30. Коллоквиум по теме хроматографические методы анализа (3 ч).**

**Вопросы к коллоквиуму:**

- 1) Сущность хроматографических методов анализа. Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
- 2) Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
- 3) Газовая хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним.
- 4) Механизм разделения вещества в газовой хроматографии.
- 5) Области применения газовой хроматографии.
- 6) Основные теоретические подходы: теория теоретических тарелок и кинетическая теория.
- 7) Основные параметры хроматограммы.
- 8) Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии.
- 9) Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
- 10) Условия проведения хроматографического анализа.
- 11) Качественный и количественный хроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, применение относительных поправочных коэффициентов, метод внутренней нормализации, метод внутреннего стандарта.

**Тема 5. Кинетические методы анализа**

**Занятие № 31. Основные приемы кинетических методов анализа (3 ч).**


**Вопросы к теме:**

- 1) Метод тангенсов.
- 2) Метод фиксированного времени.
- 3) Метод фиксированной концентрации.
- 4) Метод добавок.
- 5) Метод каталитического титрования
- 6) Решение типовых задач.

**Занятие № 32. Коллоквиум по теме кинетические методы анализа (3 ч).**

**Вопросы к коллоквиуму:**

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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

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

#### Тема 1. Введение в предмет аналитическая химия.

#### 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

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

**химии.**

### **Лабораторная работа № 2. Отделение железа от магния осаждением (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:** Техникой 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.



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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:**

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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:** Техникой 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  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  - ионов.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

- б) Обнаружение ионов  $Mn^{2+}$ .
  - в) Обнаружение и отделение ионов сурьмы (III и V).
  - г) Обнаружение ионов  $Mg^{2+}$ .
  - д) Обнаружение ионов  $Bi^{3+}$ .
5. Анализ аммиачного раствора 2, содержащего катионы VI группы.

- а) Отделение и обнаружение ионов  $Cu^{2+}$  и  $Hg^{2+}$ .
- 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:** Техниккой выполнения основных аналитических операций при качественном анализе вещества.

**Вопросы к теме:**

- Какие явления происходят, если смесь солей  $ZnCl_2$ ,  $AlCl_3$  и  $MnCl_2$  обработать избытком щелочи?
- Можно ли обнаружить соответствующими реакциями и как катионы  $K^+$ ,  $Fe^{3+}$  и  $CN^-$  в растворе комплексной соли  $K_4[Fe(CN)_6]$ ? Напишите уравнения химических реакций.
- Можно ли отделить друг от друга катионы  $Cu^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  и  $Co^{2+}$ ? Напишите уравнения реакций.
- Каким способом можно разделить анионы  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $Cl^-$  и  $NO_3^-$ ? Напишите уравнения реакций.
- Как можно открыть анион  $CO_3^{2-}$  в присутствии  $SO_3^{2-}$  и  $PO_4^{3-}$ ? Напишите уравнения реакций.

## Тема 6. Количественный анализ. Гравиметрия.

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

**Цель работы:**

- Отработать навыки гравиметрического анализа.
- Научиться брать навеску анализируемого вещества.

**Содержание работы:**

- Взятие навески кристаллогидрата хлорида бария.
- Высушивание навески.
- 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:**

- Классификация весовых методов. Сущность гравиметрического анализа. Область его

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- 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 одноименный ион на растворимость осадка?
  10. Как влияют электролиты на растворимость осадка?
  11. Как зависит растворимость малорастворимого соединения от ионной силы раствора? Приведите формулы для расчета.
  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).

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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?



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

- Можно ли приготовить буфер с  $pH=5$  из смеси двух солей  $Na_2CO_3$  и  $NaHCO_3$ ? Ответ подтвердите расчетами.
- Для каких целей готовят буферные растворы в лабораториях?
- 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:

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

#### Содержание работы:

- Получить от преподавателя контрольный раствор, содержащий смесь гидроксида натрия и карбонат натрия.
- 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:

- Какие из перечисленных рабочих (стандартных) растворов:  $HCl$ ,  $NaOH$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $Na_2B_4O_7$ ,  $H_2C_2O_4$  являются установленными, а какие – приготовленными?
- Какой вид имеет кривая титрования смеси гидроксида натрия и карбоната натрия?
- 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:


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

#### Содержание работы:

- Стандартизация раствора серной кислоты
- Стандартизация раствора гидроксида натрия
- Взаимодействие уротропина с серной кислотой (5-6 часов).
- Титрование остатка серной кислоты гидроксидом натрия.
- 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:

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

**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 III. 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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

2. Стандартизация раствора комплексона III, т.е. установление точной нормальности и титра раствора трилона Б по стандартному раствору сульфата магния (фиксанал).
3. Определение и расчет общей жесткости воды титрованием комплексоном III.

**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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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?

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### 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 argentometric method of precipitation titration and basic operations of the method. Basic indicators of the method and mechanism of their action.

**Уметь:** Standardize solutions of analytical reagents. Apply the acquired knowledge for the analysis of industrial, natural, organic and biological objects.

**Владеть:** Skills of performing initial calculations, final calculations with the use of statistical processing of quantitative analysis results.

#### Вопросы к теме:

1. Классификация методов осадительного титрования.
2. Argentometry. Classification of methods.
3. How is standardization of working solutions carried out a) in argentometry; b) in mercurimetry; c) in thiocyanatometry.
4. Which of the listed substances: LiCl, NaCl,  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  are used as standardizing agents for standardization of solutions of  $AgNO_3$  and  $Hg_2(NO_3)_2$ ?
5. Can you perform argentometric determination by the Mohr method: chloride-, bromide-, iodide-ions? Answer with justification.
6. Why does the acidity of the medium influence the precipitation titration with adsorption indicators?

### 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:** Standardize solutions of analytical reagents. Apply the acquired knowledge for the analysis of industrial, natural, organic and biological objects.

**Владеть:** Skills of performing initial calculations, final calculations with the use of statistical processing of quantitative analysis results.

#### Вопросы к теме:

1. Бариметрия, сущность метода.



|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

2. Титрант метода, его стандартизация.
3. Влияние pH на результаты биметрического 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 (6 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 метод 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 (6 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).

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

- Измерение рН раствора соляной кислоты при различных значениях концентрации и расчет коэффициента активности.
- 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 метода 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:

- Почему меняется окислительно-восстановительный потенциал? Какая зависимость выражается уравнением Нернста? Поясните смысл входящих в него величин.
- Какие факторы влияют на направление окислительно-восстановительной реакции?
- Как устроен гальванический элемент? Какие реакции протекают при его работе? Как возникает ЭДС гальванического элемента?
- Как классифицируются электроды, используемые в потенциометрии?
- Электроды сравнения – хлорсеребряный и каломельный. Их устройства, функции, принципы действия, электродные реакции.
- Классификация индикаторных электродов. Их функция и отличия от электродов сравнения.
- Приведите примеры металлических индикаторных электродов 1-го и 2-го рода. Объясните механизм их действия.

### Лабораторная работа № 3. Прямая потенциметрия. Определение нитрат-ионов (6 ч)

#### Цель работы:

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

#### Содержание работы:


- Приготовление стандартных растворов.
- Анализ стандартных растворов и построение градуировочного графика.
- Анализ исследуемого раствора.
- 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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

**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 потенциметрия. 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 изготовляют: 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 потенциметрических определений.
6. Какой вид имеют градуировочные графики при проведении прямых потенциметрических измерений с помощью ионоселективных электродов: а) для катионов, б) для анионов.
7. Укажите достоинства и недостатки прямой потенциметрии и потенциметрического 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 рН и содержания щелочи в растворах потенциметрическим методом (6 ч).**

**Цель работы:**

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

**Содержание работы:**

1. Определить рН буферных растворов и питьевой воды.
2. Определить содержание щелочи в растворе методом потенциметрического 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 потенциметрического 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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### 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 (6 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?

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 (6 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 (6 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.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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 (6 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



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 фотоэлектроколориметрическом 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. Фотоколориметрическое определение содержания железа (III) в виде комплекса с сульфосалициловой кислотой (6 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,

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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. 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 фотоколориметрическом методе анализа?
5. Чем коэффициент поглощения отличается от молярного коэффициента поглощения?
6. Какой интервал значений оптической плотности рекомендуется при фотоколориметрических 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 № 10. Фотоколориметрическое определение содержания железа (III) в виде тиоцианатного комплекса (6 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:**

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 № 11. Фотометрическое определение железа (II) и (III) с сульфосалициловой кислотой в воде источника водоснабжения (6 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 фотоэлектроколориметра? Каково назначение фотоэлементов в приборах?
3. Каков порядок работы и выполнения измерения на ФЭКе? Каково назначение светофильтров?
4. В чем отличие фотоколориметрии от спектрометрии?

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- Для чего необходимо знать спектральную характеристику окрашенного соединения? В чем отличие таких характеристик, как макс.  $\lambda$  и оптим.  $\lambda$ ?
- Какой способ определения концентрации железа (II) и (III) используется в данной работе?
- Как готовят стандартные растворы для построения калибровочных графиков?

**Лабораторная работа № 12. Определение содержания новокаина с использованием калибровочного графика (6 ч).**

**Цель работы:**

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

**Содержание работы:**

- Приготовление раствора сравнения.
- Построение калибровочного графика.
- 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 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:**

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

**Лабораторная работа № 13. Определение содержания левомецитина с использованием стандартного образца (6 ч).**

**Цель работы:**

- Закрепить навыки работы на фотоэлектроколориметре.
- Научиться определять концентрации анализируемых веществ в лекарственных

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

препаратах с использованием стандартного образца.

**Содержание работы:**

1. Приготовление исследуемого раствора.
2. Выполнение анализа.
3. Контрольный опыт.
4. Приготовление стандартного раствора левомецетина.
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 № 14. Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах (6 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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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 № 15. Тонкослойная хроматография. Выделение и определение кадмия в сточных водах (6 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.



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### 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 № 16. 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?

### 8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

**Контрольные и реферативные работы** не предусмотрены учебной программой.

Выполнение **курсовой работы** по аналитической химии заключается в выполнении качественного и количественного анализа образца вещества (смеси веществ) ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6. При оформлении работы должны быть отображены следующие

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

этапы:

**1. Цель исследования**

**2. Качественный анализ объекта**

- Ход и результаты качественного анализа, оформленные в виде таблицы;
- Вывод о характере анализируемого образца.

**3. Обзор литературы.**

В обзоре литературы приводятся количественные методы определения анализируемого образца со ссылками на использованные литературные источники.

**4. Экспериментальная часть:**

- Схема количественного анализа.
- Расчет и результаты взвешивания образца.
- Методика разложения и растворения образца.
- Методика титриметрического определения; приготовление растворов, стандартизация; результаты титрования; расчет содержания определяемого элемента.

**5. Заключение.** Обобщение результатов анализа.

**6. Список литературы,** оформленный в соответствии с требованиями «Журнала аналитической химии».

**Цели и задачи** курсовых работ следуют из целей и задач изучения курса, конкретизируются и уточняются преподавателем за которым закреплен студент. Общими являются:

**Цели:**


1. Формирование у бакалавра представлений о теоретических основах и многообразии аналитических методов анализа.
2. Формирование системных знаний, необходимых в практической деятельности химика аналитика и исследователя для анализа промышленных, природных, органических и биологических объектов.
3. Подготовка бакалавров к профессиональному выбору аналитического метода, оборудования, приемов качественного и количественного анализа применительно к конкретному объекту анализа.
4. Формирование умения выполнять исходные вычисления, итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа, оформлять протоколы анализов.

**Задачи:**

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. Формирование навыков обработки результатов качественного и количественного анализа и расчета по экспериментальным данным и при выполнении индивидуальных заданий.

**Методические указания по выполнению курсовых работ**

После выбора темы курсовой работы, необходимо изучить литературу по данной тематике, выбрать методы исследования, составить план, подготовить необходимые для выполнения эксперимента химическую посуду, реактивы, растворы.

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

Общий объем работы должен быть не менее 10 и не превышать 50 с. печатного текста через 1,5 интервал, гарнитура шрифта Times New Roman, кегель 14. Страницы должны иметь поля: левое – 30, верхнее и нижнее – 20, правое – 15 мм. Выравнивание текста по ширине с автоматическим переносом слов.

Каждая глава начинается с новой страницы. Название главы и параграфов выделяется жирным шрифтом. После названия главы перед текстом следует отступить два интервала. Точка в конце заголовка не ставится.

Нумерация таблиц помещается в правой части строки, ниже по центру дается название таблицы жирным шрифтом, например:

Таблица 1

**Влияние МЭДК на энергию прорастания и всхожесть семян**

| Соединение | Образцы   |      |           |      |           |      |
|------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|            | Образец 1 |      | Образец 2 |      | Образец 3 |      |
|            | ЭП,%      | ЛВ,% | ЭП,%      | ЛВ,% | ЭП,%      | ЛВ,% |
|            |           |      |           |      |           |      |

Нумерация рисунков и их названия помещаются под рисунками, например:


Рис. 1. Диаграмма растворимости системы  $\text{HCOOH} - \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$

Нумерация страниц самой работы начинается со второй, на которой помещено «Оглавление». Титульный лист считается первой страницей, но не нумеруется. Порядковый номер, как правило, печатается в верхнем или нижнем правом углу страницы арабскими цифрами без точек и других знаков.


Список литературы оформляется в алфавитном порядке. Сначала приводят фамилию и инициалы автора, затем название книги или статьи (название печатного издания), место издания, издательство, год издания и число страниц в книге или страницы, на которых находится цитируемая статья.

**Примерные темы курсовых работ.**

1. Анализ сырья в производстве цементов. Определение оксидов железа и алюминия.
2. Анализ сырья в производстве фарфора и фаянса. Определение  $\text{CaO}$  в глинах, каолинах, полевых шпатах.
3. Анализ сырья в лакокрасочном производстве. Определение кислотного числа масел, смол, лаков, пластификаторов.
4. Анализ объектов окружающей среды. Определение фенола и резорцина в производственных сточных водах.
5. Анализ объектов окружающей среды. Определение тяжелых металлов: определение меди в производственных сточных водах, определение свинца в производственных стоках.
6. Аналитический контроль в технологии неорганических веществ. Определение кобальта, марганца, меди и цинка в сложном удобрении.
7. Аналитический контроль в технологии неорганических веществ. Определение солей аммония, нитратов в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
8. Аналитический контроль в технологии неорганических веществ. Определение сульфат-ионов в удобрениях.
9. Аналитический контроль в технологии электрохимических производств. Определение никеля в сернокислом электролите никелирования.
10. Аналитический контроль в технологии электрохимических производств. Определение железа в сернокислом электролите.
11. Аналитический контроль в технологии электрохимических производств. Определение цинка в электролитах.
12. Аналитический контроль в технологии электрохимических производств. Определение

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

- хрома (III) в электролитах хромирования.
13. Аналитический контроль в технологии электрохимических производств. Определение железа в электролите меднения.
  14. Аналитический контроль в технологии органических веществ. Определение фенола в сточных водах.
  15. Аналитический контроль в технологии отделочного производства. Определение красителя в растворе в окисленной и восстановленной формах.
  16. Аналитический контроль в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Определение оксида железа (III) в песках.
  17. Аналитический контроль в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Определение общей щелочности в карбонате натрия или калия.
  18. Аналитический контроль в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Определение оксида железа (III) в сульфате натрия.
  19. Аналитический контроль в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Определение сульфата натрия в буре.
  20. Аналитический контроль в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Определение оксида железа (III) в водной вытяжке глин.
  21. Аналитический контроль в технологии материалов и изделий электронной техники. Определение кобальта в медном сплаве.
  22. Аналитический контроль в технологии материалов и изделий электронной техники. Определение хрома в сплавах.
  23. Аналитический контроль в технологии материалов и изделий электронной техники. Определение примеси цинка в припоях.
  24. Аналитический контроль в технологии материалов и изделий электронной техники. Определение фосфора в справках.
  25. Аналитический контроль в технологии химико-фармацевтических препаратов. Определение аминокислот в их смеси.
  26. Аналитический контроль в технологии химико-фармацевтических препаратов. Определение аскорбиновой кислоты.
  27. Аналитический контроль в технологии химико-фармацевтических препаратов. Определение бромид-ионов в таблетках KBr.
  28. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение никеля в жирах.
  29. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение меди в пищевых жирах.
  30. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение железа в пищевых жирах.
  31. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение железа в пищевых продуктах.
  32. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение нитрит-ионов в мясе.
  33. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение железа в питьевой соде.
  34. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение сульфат-ионов в питьевой соде.
  35. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение аскорбиновой кислоты в соках.
  36. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение белков в молоке.


|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

37. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение железа в поваренной соли.
38. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение железа в пищевых продуктах.
39. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение йодида калия в поваренной соли.
40. Аналитический контроль в технологии переработки жиров и технологии продуктов питания. Определение олова в консервированных пищевых продуктах.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К 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 ультрамикроранализ.
15. Основные требования к методам анализа: предел обнаружения, избирательность, специфичность, правильность, воспроизводимость, экспрессность.


|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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).




|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


- 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 рН перехода окраски индикатора. Показатель титрования (рТ). Правило выбора индикаторов.
  49. Кривые кислотно-основного титрования. Выбор индикаторов по кривой титрования. Ошибки кислотно-основного титрования.
  50. Расчет рН на различных этапах титрования, посторенние и анализ типичных кривых титрования сильной кислоты щелочью.
  51. Расчет рН на различных этапах титрования, посторенние 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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

- 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 аминополикарбонновых 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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


- 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), кислотнo-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.

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

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, варианты, генеральная совокупность, выборка, распределение Стьюдента.
10. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. стандартное отклонение.
11. Оценка методов анализа по правильности и воспроизводимости. Оценка

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


- 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 потенциометрического 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 ионметрии: 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.



|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


38. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
39. Определениеконечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрическоготитрования по сравнению с другими титриметрическими методами.
40. Сущность и особенности вольтамперометрии, классификация методов. Электрохимические ячейки.
41. Индикаторные электроды, поляризация электрода. Преимущества и недостатки ртутногоэлектрода. Применение твердых электродов.
42. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионныйток.
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 потенциалаполуволны.
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 виды 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



|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

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

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |


практического применения.

81. Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.
82. Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.
83. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.
84. Неорганические соединения, определение в них основных компонентов, примесных и легирующих микроэлементов.
85. Анализ почвы на наличие тяжёлых металлов.
86. Химический анализ зерна на содержание пестицидов.


## 10. 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.  | 2             | 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. Подготовка курсовой работы | 10            | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 3. Кислотно - основные равновесия в аналитической химии.  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач. Подготовка курсовой работы | 10            | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 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                    |

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

|   |  |    |   |
|---|--|----|---|
|   | Подготовка курсовой работы   |    | курсовая работа   |
| 5.Равновесие в окислительно-восстановительных системах.               | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 3  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 6. Количественный анализ. Гравиметрия.                                | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 3  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 7.Титриметрические методы анализа.                                    | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 3  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| <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.<br>Подготовка курсовой работы | 6  | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 2. Электрохимические методы анализа                                   | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 20 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 3. Оптические методы анализа.   | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену. Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 20 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения задач<br>курсовая работа |
| 4. Хроматографические методы анализа                                  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену.  | 10 | тестирование<br>коллоквиум<br>проверка решения                          |

|  |       |  |
|--|-------|--|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы  |   | задач курсовая работа  |
| 5. Кинетические методы анализа.  | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию, коллоквиуму и экзамену.<br>Решение задач.<br>Подготовка курсовой работы | 4 | тестирование коллоквиум проверка решения задач курсовая работа |
| 6. Современное состояние и перспективы развития аналитической химии. Основные объекты анализа. | Проработка учебного материала; подготовка к тестированию и экзамену.  | 4 | тестирование   |

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449690>
2. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07837-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472049>

#### Дополнительная


1. Мельченко, Г. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ : учебное пособие / Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова ; под редакцией Н. В. Юнникова. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 104 с. — ISBN 5-89289-343-X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/14351.html>
2. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия : лабораторный практикум. Учебное пособие / А. Н. Трифонова, И. В. Мельситова. — Минск : Вышэйшая школа, 2013. — 161 с. — ISBN 978-985-06-2246-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/24051.html>
3. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449690>

|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

### учебно-методическая

- Брынских Г. Т. Аналитическая химия: методические указания для самостоятельной работы студентов 2 курса экологического факультета направления подготовки бакалавриат 04.03.01 – Химия / Г. Т. Брынских; УлГУ, ИМЭиФК. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 1,06 МБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6987>

Согласовано:

\_\_\_\_\_  
Начальник отдела НБ УлГУ / Окунева И.А. /  16.07.2022  
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО Подпись

### б) программное обеспечение

- Microsoft Office
- ОС Windows Professional
- Антиплагиат ВУЗ

*Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

#### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.





|  |       |   |
|--|-------|---|
| Министерство науки и высшего образования РФ<br>Ульяновский государственный университет | Форма |  |
| Ф-Рабочая программа дисциплины   |       |   |

возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

### 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

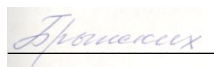
В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– 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.

Разработчик



подпись

доцент Брынских Г.Т.

должность

ФИО