

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Медицинский институт  
Кафедра биохимии и фармакологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. И. Воронин  
«22» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.17 Аналитическая химия

Направление подготовки/специальность: 33.05.01 - Фармация

Профиль/направленность/специализация:

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация: Провизор

год набора: 2023

Тамбов, 2024

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Шубина Анна Геннадиевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация (уровень специалитета) (приказ Министерства образования и науки РФ от «27» марта 2018 г. № 219).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биохимии и фармакологии «16» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Медицинского института, Протокол от «22» июня 2023 г. № 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Специалитета.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	6
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	31
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	40
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	42
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	42

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

ПК-4 Способен участвовать в мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- фармацевтический
- экспертно-аналитический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 02 Здравоохранение (в сфере обращения лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента), 07 Административно-управленческая и офисная деятельность (в сфере обращения лекарственных средств)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен участвовать в мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Проводит мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья, используя законы, методы и приемы аналитической химии. Стандартизует приготовленные титрованные растворы
	ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	<p>Применяет основные методы качественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов</p> <p>Применяет основные методы количественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов</p>

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

№	Наименование	Форма обучения
— / —	— / —	

п/п	дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Очная (семестр)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Биологическая химия				+	+					
2	Биология	+									
3	Биотехнология								+	+	
4	Математика		+								
5	Микробиология			+	+						
6	Общая и неорганическая химия	+									
7	Организация биомедицинских исследований										+
8	Органическая химия		+	+							
9	Практика по фармакогнозии						+				
10	Практика по фармацевтической технологии									+	
11	Статистические методы в фармации							+			
12	Токсикологическая химия							+	+		
13	Фармацевтическая химия						+	+			
14	Физика		+								
15	Физическая и коллоидная химия				+						

ПК-4 Способен участвовать в мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения							
		Очная (семестр)							
		4	5	6	7	8	9	10	
1	Основы государственной регистрации лекарственных препаратов							+	
2	Практика по контролю качества лекарственных средств						+		
3	Практика по фармакогнозии			+					
4	Проблемы выявления фальсифицированных лекарственных средств			+					

5	Структура и развитие мирового фармацевтического рынка			+				
6	Токсикологическая химия				+	+		
7	Фармакогнозия	+	+					
8	Фармацевтическая химия			+	+			

## 2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета:

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация.

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается в 3, 4 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 12 з.е.

Очная: 12 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>432</b>
Контактная работа	196
Лекции (Лекции)	74
Лабораторные (Лаб. раб.)	122
Самостоятельная работа (СР)	164
Экзамен	72

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
3 семестр					

1	Введение в аналитическую химию. Качественный анализ. Применение методов качественного анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	8	26	30	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
2	Гомогенные и гетерогенные равновесия, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	14	40	40	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
3	Инструментальные методы исследования в качественном анализе и их применение для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	10	14	34	Коллоквиум; Защита лабораторных работ
4 семестр					

4	Количественный анализ. Гравиметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья	6	6	12	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
5	Титриметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Применение титриметрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья	20	24	34	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач



6	Физико-химические методы исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и их применение при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья	16	12	14	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
---	--	----	----	----	---

**Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ. Применение методов качественного анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (ОПК-1)**

**Лекция.**

Лекция «Аналитическая химия и химический анализ. Качественный анализ»

Основные понятия аналитической химии: метод анализа вещества, методика анализа, качественный химический анализ, количественный химический анализ, органический элементный анализ, физические и физико-химические (инструментальные) методы анализа (оптические, хроматографические, электрохимические).

Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов. Характеристика чувствительности аналитических реакций.

Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости, твёрдого тела (однородного и неоднородного вещества). Масса пробы. Растворение пробы (в воде, в водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или её сплавление с солями.

Применение методов аналитической химии в фармации. Фармацевтический анализ. Фармакопейные методы.

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

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

Кислотно-основная классификация катионов по группам.

Качественный анализ анионов. Аналитическая классификация анионов по группам (по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительным свойствам). Ограниченность любой классификации анионов по группам.

Качественный химический анализ вещества.

Использование качественного анализа в фармации.

Лекция «Способы выражения концентрации растворов. Теория сильных электролитов. Закон действующих масс»

Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчёта (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент. Примеры расчёта.

Сильные и слабые электролиты. Общая концентрация и активности ионов в растворе. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Характеристика pH водных растворов электролитов.

Применение закона действующих масс в аналитической химии. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (истинная термодинамическая, концентрационная). Условная константа химического равновесия.

### Лабораторные работы.

Лабораторная работа «Анализ катионов I группы»

Техника безопасности работы в лаборатории аналитической химии.

Реакции ионов  $K^+$  с: гидротартратом натрия; гексанитрокобальтатом (III) натрия; с гексанитрокупратом (II) свинца и натрия (микрокристаллоскопическая реакция). Окрашивание пламени солями калия.

Реакции ионов  $Na^+$  с: дигидроантимонатом калия; октаацетатом-триуранилатом цинка (микрокристаллоскопическая реакция). Окрашивание пламени в присутствии ионов натрия (фармакопейная реакция).

Реакции ионов  $NH_4^+$  с: гидроксидом калия (натрия); реактивом Несслера.

Систематический анализ смеси катионов I группы.

Контрольные вопросы:

1. Почему открытие ионов калия с использованием  $NaHC_4H_4O_6$  должно проводиться в нейтральной среде? Напишите уравнения реакций.
2. Почему перед открытием катиона калия необходимо удалить ион аммония?
3. Соединения какой химической связью образуют катионы I группы?

Лабораторная работа «Анализ катионов II группы»

Реакции ионов  $Ag^+$  с: соляной кислотой; щелочами; сульфидом аммония; хроматом калия; бромидом и йодидом калия; с формальдегидом (фармакопейная).

Реакции ионов  $Pb^{2+}$  с: соляной кислотой; щелочами; серной кислотой и ее солями; хроматом калия; сероводородной водой и сульфидом натрия (фармакопейная); йодидом калия (фармакопейная); дитизоном.

Реакции ионов  $Hg^{2+}$  с: соляной кислотой; щелочами; гидроксидом аммония; хроматом калия; металлической медью; сульфидом аммония. Восстановление  $Hg^{2+}$  до металлической ртути.

Систематический анализ смеси катионов II группы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите групповой реагент для катионов II группы.
2. Какова роль азотной кислоты при открытии ионов серебра?
3. Приведите фармакопейные реакции для открытия ионов серебра. Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Приведите фармакопейные реакции для открытия ионов свинца. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Лабораторная работа «Анализ катионов III группы»

Реакции катиона  $Ba^{2+}$  с: разбавленной серной кислотой; хроматом калия; дихроматом калия. Окрашивание пламени солями бария (фармакопейная).

Реакции катиона  $Ca^{2+}$  с: разбавленной серной кислотой; оксалатом аммония (фармакопейная); гексацианоферратом (II) калия; серной кислотой (микрокристаллоскопическая реакция). Окрашивание пламени солями кальция (фармакопейная).

Реакции катиона  $Sr^{2+}$  с: «гипсовой» водой; хроматом калия; оксалатом аммония. Окрашивание пламени солями стронция (фармакопейная).

Систематический анализ смеси катионов III группы.

Расчеты «Способы выражения концентрации растворов».

Контрольные вопросы:

1. Назовите групповой реагент для катионов III группы.
2. Как можно растворить осадок сульфата бария?
3. Приведите фармакопейные реакции катионов бария.
4. Напишите уравнение наиболее важной фармакопейной реакции катиона кальция.

Лабораторная работа «Анализ смеси катионов I–III группы»

Анализ катионов I–III группы (раствор не имеет осадка).

Анализ катионов I–III группы (раствор с осадком).

Контрольные вопросы:

1. Приведите уравнение реакции, позволяющей открыть катион аммония в присутствии катионов I–III группы.
2. Осадок солей каких катионов из смеси катионов I–III группы образуется при обработке раствора смеси 2н соляной кислотой? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Лабораторная работа «Анализ катионов IV группы»

Реакции катионов IV группы с групповым реагентом – избытком NaOH.

Реакции катиона  $Zn^{2+}$ : гидроксидом аммония; карбонатами щелочных металлов; сульфидом натрия (фармакопейная); тетрароданомеркуратом (III) аммония; гексацианоферратом (II) калия (фармакопейная); дитизоном.

Реакции катиона  $Al^{3+}$ : гидроксидом аммония; алюминоном; ализарином S. Реакция на катион  $Al^{3+}$  сухим путем.

Реакции катиона  $Cr^{3+}$ : гидроксидом аммония; щелочами. Реакции окисления катиона  $Cr^{3+}$  в  $Cr^{6+}$ .

Реакции катиона  $Sn^{2+}$  с: сероводородом. Восстановление ртути (II). Восстановление  $Bi^{3+}$ .

Реакция катиона  $Sn^{4+}$ . Восстановление  $Sn^{4+}$  до  $Sn^{2+}$  металлами.

Анализ смеси катионов IV группы.

Расчеты «Ионная сила растворов и коэффициент активности ионов. Использование уравнений Дебая – Хюккеля».

Контрольные вопросы:

1. Подберите несколько окислителей, которыми можно окислить катионы  $Cr^{3+}$  до  $CrO_4^{2-}$  или в  $Cr_2O_7^{2-}$ .
2. Приведите уравнение фармакопейной реакции катиона  $Zn^{2+}$ .
3. Приведите схему систематического хода анализа смеси катионов IV группы.

Коллоквиум и решение задач по теме 1 «Введение в аналитическую химию. Качественный анализ. Применение методов качественного анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов».

1. Применение методов аналитической химии в фармации.
2. Классификация методов качественного химического анализа.
3. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции.
4. Типы аналитических реакций и реагентов.
5. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности).
6. Особенности систематического и дробного анализа.
7. Преимущества и недостатки сульфидной, кислотнo-основной и аммиачно-фосфатной систем анализа катионов.
8. Основные положения теории электролитической диссоциации; ее значение и применение в качественном анализе.
9. Применение закона действующих масс в аналитической химии.
10. Идеальные и реальные растворы, уравнения, их описывающие.

11. Общая концентрация и активности ионов в растворе.
12. Ионная сила (ионная крепость) раствора.
13. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов.
14. Применение закона действующих масс в аналитической химии.
15. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (истинная термодинамическая, концентрационная).
16. Условная константа химического равновесия.
17. Применение методов качественного анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
18. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчёта (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент. Примеры расчета.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Охарактеризуйте исторический путь становления аналитической химии как науки (наука древних, алхимия, иатрохимия, эпоха флогистона, научная химия, современный период).
3. Подготовьтесь к лабораторным работам «Анализ катионов I группы», «Анализ катионов II группы», «Анализ катионов III группы», «Анализ смеси катионов I–III группы», «Анализ катионов IV группы»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
4. Решите задачи:
  - Раствор серной кислоты объемом 20 мл имеет плотность 1,08 г/мл и массовую долю кислоты 11,6%. Определите молярность, моляльность, титр и нормальность этого раствора.
  - Найдите равновесные концентрации продуктов реакции  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ , если  $C(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2,2$  моль/л,  $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,33$  моль/л, а концентрационная константа равновесия  $K_C = 4$ .
  - Вычислите активность сульфат-ионов 0,005М раствора сульфата цинка.
  - Чему равна концентрация ацетат-иона в 0,001М растворе уксусной кислоты, если степень диссоциации равна 12,4%?

## **Тема 2. Гомогенные и гетерогенные равновесия, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (ОПК-1)**

### **Лекция.**

#### **Лекция «Гетерогенные равновесия»**

Гетерогенные равновесия в аналитической химии. Способы выражения растворимости малорастворимых электролитов. Произведение растворимости малорастворимого сильного электролита. Условие 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 (влияние добавок электролита с одноимённым ионом, влияние добавок постороннего (индифферентного) электролита). Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение.

#### **Лекция «Кислотно-основные равновесия: протолитические равновесия»**

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

#### **Лекция «Кислотно основные равновесия: гидролиз; буферные растворы»**

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

Буферные системы (растворы). Значения pH буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и её соль, слабое основание и её соль. Буферная ёмкость. Использование буферных систем в анализе.

#### Лекция «Окислительно-восстановительные равновесия»

Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар (редокс-потенциалы, электродные окислительно-восстановительные потенциалы). Потенциал реакции (электродвижущая сила реакции). Направление протекания окислительно-восстановительной реакции. Влияние различных факторов на значения окислительно-восстановительных потенциалов и направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе.

#### Лекция «Равновесия в комплексообразовании»

Общая характеристика комплексных (координационных) соединений металлов. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и константы нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости комплексов. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах. Типы комплексных соединений, применяемых в аналитической химии. Применение комплексных соединений в химическом анализе.

### Лабораторные работы.

#### Лабораторная работа «Анализ катионов V группы»

Реакции катиона  $Ti^{4+}$  с: гидроксидами щелочных металлов и аммиаком; пероксидом водорода; хромотроповой кислотой; 8-оксихинолином.

Реакции катиона  $Zr^{4+}$  с: гидроксидами щелочных металлов и аммиаком; арсеназо III.

Реакции катионов  $Sb^{4+}$  и  $Sb^{5+}$  с: щелочами и аммиаком; металлами; сероводородом или сульфидами щелочных металлов; 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом (ПАН); родамином C (тетраэтилродамин); HBr (люминесцентная реакция); тиосульфатом натрия; метиловым фиолетовым. Гидролиз солей сурьмы. Восстановление катиона  $Sb^{4+}$  и  $Sb^{5+}$  до металлической сурьмы.

Реакции катиона  $Bi^{3+}$  с: щелочами; хлоридом олова (II); йодидом калия; 8-оксихинолином; дитизоном; соляной кислотой (люминесцентная реакция). Гидролиз солей висмута.

Реакции катиона  $Mn^{2+}$  с: щелочами; аммиаком; 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом (ПАН). Окисление  $Mn^{2+}$  в  $Mn^{7+}$ .

Реакции катиона  $Mg^{2+}$  с: щелочами; гидроортофосфатом натрия (фармакопейная реакция); магниезоном I; хиализарином; 8-оксихинолином. Микрокристаллоскопическая реакция с хлоридом аммония и парами аммиака.

Реакции катиона  $Fe^{2+}$  с: гексацианоферратом (III) калия (фармакопейная реакция); диметилглиоксимом (реактив Чугаева); щелочами; сульфидом аммония (фармакопейная реакция); гидроксидом аммония; а-, а'-дипиридиллом. Окисление катиона  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$ .

Реакции катиона  $Fe^{3+}$  с: гексацианоферратом (II) калия; тиоцианатом аммония (калия) (фармакопейная реакция); щелочами.

Анализ смеси катионов V группы.

Контрольные вопросы:

1. Приведите общую характеристику катионов V группы.
2. Назовите групповой реагент катионов V группы.
3. Напишите уравнение важнейшей качественной реакции на ион  $Mg^{2+}$ .
4. Составьте схему анализа смеси катионов V группы.

#### Лабораторная работа «Анализ катионов VI группы»

Реакции катиона  $Co^{2+}$  с: тиоцианатом аммония (калия); нитратом калия; 1-нитрозо-2-нафтолом (I); тетрароданомеркуратом (II) аммония (микрокристаллоскопическая реакция).

Реакции катиона  $Ni^{2+}$  с: диметилглиоксимом (реактив Чугаева).

Реакции катиона  $Cu^{2+}$  с: гексацианоферратом (II) калия; водным раствором аммиака (фармакопейная реакция); тетрароданомеркуратом (II) аммония (микрокристаллоскопическая реакция); диэтилтиокарбаминатом натрия; дитизоном; тиосульфатом натрия; металлическими алюминием, железом, цинком.

Реакции катиона  $\text{Cd}^{2+}$  с: сероводородом или сульфидами щелочных металлов; дифенилкарбазидом; дитизоном; тиомочевинной.

Реакции катиона  $\text{Hg}^{2+}$  с: сероводородом или сульфидами щелочных металлов (фармакопейная реакция); йодидом калия (фармакопейная реакция); йодидом меди (I); дифенилкарбазидом; дитизоном; гидроксидами щелочных металлов (фармакопейная реакция). Восстановление  $\text{Hg}^{2+}$  до  $\text{Hg}^+$ .

Анализ смеси катионов VI группы.

Расчеты «рН растворов солей при взаимодействии с растворителем».

Контрольные вопросы:

1. Приведите общую характеристику катионов VI группы.
2. Назовите групповой реагент катионов VI группы.
3. Напишите уравнение реакции, позволяющей открыть ионы кадмия в присутствии катионов  $\text{Cu}^{2+}$ .
4. Приведите пример фармакопейной реакции катиона  $\text{Hg}^{2+}$ . Напишите уравнение этой реакции.

Лабораторное занятие. «Ионное произведение воды. рН и рОН растворов кислот и оснований. рН растворов солей при взаимодействии с растворителем. Расчет величины рН буферных растворов»

Решение задач на тему «Кислотно-основные равновесия».

Контрольные вопросы:

1. Чему равна величина рОН 0,0001М раствора  $\text{HCl}$ ?
2. Чему равно значение рН 0,01М раствора уксусной кислоты, если  $\alpha = 4,2\%$ ?
3. Как изменится рН раствора, содержащего  $\text{NaOH}$  в концентрации  $1 \times 10^{-5}$  н, при прибавлении к 1 л его 0,001 моль гидроксида натрия?
4. Чему равно значение рН буферного раствора, состоящего из 0,1 М аммиака и 0,2 М хлорида аммония?
5. В 0,5 л раствора содержится 4,1 г ацетата натрия. Чему равно значение рН и степень гидролиза соли?

Лабораторная работа «Анализ анионов I группы»

Реакция борат-аниона с: хинализарином. Окрашивание пламени солями борат-иона.

Реакции карбонат-аниона с: кислотами; хлоридом бария; нитратом серебра.

Реакции силикат-аниона с: разбавленными кислотами; солями аммония; хлоридом бария.

Реакции фосфат-аниона с: магнезиальной смесью (фармакопейная реакция); молибденовой жидкостью (фармакопейная реакция); хлоридом бария; нитратом серебра (фармакопейная реакция).

Реакции сульфат-аниона с: хлоридом бария (фармакопейная реакция); хлоридом бария в присутствии  $\text{KMnO}_4$ ; нитратом серебра.

Реакции сульфит-аниона с: хлоридом бария (фармакопейная реакция); йодной или бромной водой (фармакопейная реакция); минеральными кислотами; нитратом серебра. Обесцвечивание красителей сульфитами. Восстановление сульфит-аниона до  $\text{H}_2\text{S}$ .

Реакции фторид-аниона с: хлоридом кальция; цирконий-ализариновым лаком.

Реакции тиосульфат-аниона с: хлоридом бария; минеральными кислотами (фармакопейная реакция); нитратом серебра (фармакопейная реакция).

Анализ смеси анионов I группы.

Контрольные вопросы:

1. Назовите групповой реагент анионов I группы.
2. Приведите общую характеристику анионов I группы.
3. Приведите уравнение фармакопейной реакции сульфит-аниона.
4. Приведите уравнение фармакопейной реакции фосфат-аниона.

Лабораторная работа «Анализ анионов II группы»

Реакции сульфид-аниона с: нитратом серебра; разбавленной серной или соляной кислотой; солями кадмия.

Реакции хлорид-аниона с: нитратом серебра; оксидом марганца (IV).

Реакции бромид-аниона с: нитратом серебра (фармакопейная реакция); хлорной водой.

Реакции йодид-аниона с: нитратом серебра (фармакопейная реакция); хлорной водой; нитритом калия (натрия); катионами  $Pb^{2+}$ .

Анализ смеси анионов II группы.

Расчеты по теме «Окислительно-восстановительное равновесие».

Контрольные вопросы:

1. Назовите групповой реагент анионов II группы.
2. Приведите общую характеристику анионов II группы.
3. Приведите уравнение фармакопейной реакции йодид-аниона.

Лабораторная работа «Анализ анионов III группы»

Реакции нитрат-аниона с: сульфатом железа (II); металлическим алюминием; дифениламином; нитроном (микрорекристаллоскопическая реакция).

Реакции нитрит-аниона с: йодидом калия в разбавленной соляной (серной или уксусной) кислоте; перманганатом калия; бензидином и 8-оксихинолином.

Реакции ацетат-аниона с: твердыми гидросульфитом калия или натрия; хлоридом железа (III) (фармакопейная реакция); этанолом в присутствии концентрированной  $H_2SO_4$ ; серной кислотой (фармакопейная реакция).

Анализ смеси анионов III группы.

Расчеты по теме «Комплексообразование».

Контрольные вопросы:

1. Приведите общую характеристику анионов III группы.
2. Приведите уравнение фармакопейной реакции ацетат-аниона.
3. С помощью какой реакции можно отличить нитрат-анионы от нитрит-анионов? Приведите уравнение соответствующей реакции.

**Лабораторная работа «Анализ смеси анионов I-III групп»**

Анализ смеси анионов I-III групп.

Контрольные вопросы:

1. Составьте блок-схему исследования раствора на присутствие анионов.
2. Составьте схему хода анализа смеси:  $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_2^-$ .
3. Составьте схему хода анализа смеси:  $SiO_3^{2-}$ ,  $I^-$ ,  $NO_3^-$ .

Лабораторная работа «Анализ сухой соли»

Анализ предложенной сухой соли на содержание в ней катионов и анионов.

Контрольные вопросы:

1. Предложите схему анализа смеси растворов:  $NH_4NO_3$ ,  $FeCl_3$  и  $NiCl_2$ . Запишите схемы протекающих реакций с указанием их аналитических эффектов.
2. Предложите схему анализа смеси растворов:  $NaBr$ ,  $CaSO_4$  и  $(CH_3COO)_2Cu$ . Запишите схемы протекающих реакций с указанием их аналитических эффектов.

**Коллоквиум и решение задач по теме 2 «Гомогенные и гетерогенные равновесия, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов».**

1. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в воде.
2. Характеристика силы слабых кислот и оснований. Константы кислотности, основности и их показатели.
3. pH растворов слабых кислот и слабых оснований.
4. Гидролиз. Константа и степень гидролиза.
5. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу (гидролиз аниона слабой кислоты, гидролиз катиона слабого основания, гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты).
6. Буферные системы (растворы). Значение pH буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и ее соль, слабое основание и ее соль.

7. Буферная ёмкость. Использование буферных систем в химическом и физико-химическом анализе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
8. Окислительно – восстановительные потенциалы редокс - пар (редокс- потенциалы, электродные окислительно – восстановительные потенциалы). Потенциал реакции (электродвижущая сила реакции).
9. Направление протекания окислительно – восстановительной реакции.
10. Влияние различных факторов на значения окислительно – восстановительных потенциалов.
11. Глубина протекания окислительно – восстановительных реакций.
12. Использование окислительно –восстановительных реакций в химическом и физико-химическом анализе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
13. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости.
14. Типы комплексных соединений, применяемых в качественном анализе.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Подготовьтесь к лабораторным работам «Анализ катионов V группы», «Анализ катионов VI группы», «Анализ анионов I группы», «Анализ анионов II группы», «Анализ анионов III группы», «Анализ смеси анионов I-III группы», «Анализ сухой соли»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
3. Решите задачи:
  - Рассчитайте рН 0,1 М раствора ацетата натрия.
  - Рассчитайте рН буферного раствора, состоящего из 0,10 М уксусной кислоты и 0,10 М ацетата натрия.
  - Рассчитайте рН 0,10 М раствора уксусной кислоты.
  - Рассчитайте произведение растворимости хлорида серебра, если молярная концентрация его насыщенного водного раствора равна  $1,33 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

### **Тема 3. Инструментальные методы исследования в качественном анализе и их применение для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Лекция «Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии»

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

Применение экстракции в аналитической химии. Принцип метода жидкостной экстракции. Некоторые основные понятия жидкостной экстракции: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Экстракционное равновесие. Закон распределения Нернста-Шилова. Константа распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения двух веществ. Условия разделения двух веществ. Влияние различных факторов на процессы экстракции: объёма экстрагента, числа экстракций, рН среды.

Классификация экстракционных систем, используемых в химическом анализе: неионизированные соединения (молекулярные вещества, хелатные соединения, комплексы металлов со смешанной координационной сферой, включающей неорганический лиганд и нейтральный экстракционный реагент) и ионные ассоциаты (металлсодержащие кислоты и их соли, минеральные кислоты, координационно-несольватированные ионные ассоциаты, гетерополисоединения, экстрагируемые кислородсодержащими растворителями, прочие ионные ассоциаты).

Использование процессов экстракции в фармацевтическом анализе.

Лекция «Хроматографические методы в качественном анализе. Применение органических реагентов в аналитической химии»



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

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

Распределительная хроматография. Бумажная хроматография (хроматография на бумаге). Осадочная хроматография. Понятие о ситовой (эксклюзионной) хроматографии. Гель-хроматография.

Органические реагенты в аналитической химии. 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.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Качественный анализ аминокислот методом тонкослойной хроматографии (ТСХ)»

Подготовка хроматографической пластины.

Подготовка хроматографической камеры.

Нанесение анализируемых веществ.

Элюирование.

Обнаружение хроматографических зон.

Обработка хроматограммы. Расчет коэффициентов распределения  $R_f$ /

Контрольные вопросы:

1. Каковы преимущества ТСХ?
2. Как идентифицировать пятна органических соединений в методе ТСХ?
3. Как определяют  $R_f$  в методе ТСХ?
4. От чего зависит величина  $R_f$  и какие условия нужно поддерживать постоянными при проведении эксперимента?
5. Каковы области применения, достоинства и недостатки тонкослойной хроматографии?

Лабораторное занятие. «Разделение и концентрирование веществ в аналитической химии. Применение органических реагентов в аналитической химии»

Классификация методов разделения и концентрирования.

Классификация экстракционных систем, используемых в химическом анализе: неионизированные соединения и ионные ассоциаты.

Принцип метода жидкостной экстракции.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте методы испарения, озоления, осаждения, соосаждения.
2. Охарактеризуйте методы кристаллизации, экстракции, избирательной адсорбции.
3. Охарактеризуйте электрохимические методы, применяемые в качественном анализе.
4. Приведите примеры использования процессов экстракции для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

Лабораторное занятие. Коллоквиум по теме 3 «Инструментальные методы исследования в качественном анализе и их применение для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов».

1. Область применения органических реагентов в качественном химическом анализе.
2. Реакции, основанные на образовании комплексных соединений металлов.
3. Важнейшие органические реагенты, применяемые в качественном анализе.
4. Методы концентрирования и разделения веществ в аналитической химии.
5. Принцип метода жидкостной экстракции.
6. Некоторые основные понятия жидкостной экстракции: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт.

7. Экстракционное равновесие. Закон распределения Нернста - Шилова. Константа распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения двух веществ. Условия разделения двух веществ.
8. Применение экстракции в аналитической химии.
9. Использование процессов экстракции в фармацевтическом анализе.
10. Тонкослойная хроматография (ТСХ) в качественном анализе.
11. Хроматограмма в ТСХ и ее параметры.
12. Применение инструментальных методов исследования в качественном анализе при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Подготовьтесь к лабораторной работе «Качественный анализ аминокислот методом тонкослойной хроматографии (ТСХ)»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
3. Ответьте на вопросы:
  - С какой целью применяют методы разделения и концентрирования веществ?
  - Какие методы используются для разделения макрокомпонентов и концентрирования микрокомпонентов?
  - Какой величиной характеризуется эффективность извлечения вещества из одной фазы в другую и как определяется?
  - На чем основано разделение веществ методом осаждения? Какие вещества используются в качестве осадителей?
  - Можно ли использовать метод осаждения для концентрирования макрокомпонентов, микрокомпонентов? Ответ поясните.
  - Техника выполнения тонкослойной хроматографии (ТСХ).
  - Приведите примеры применения метода ТСХ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

### **Тема 4. Количественный анализ. Гравиметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция «Основные понятия количественного анализа. Статистическая обработка результатов»

Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа (химические, физико-химические, физические, биологические). Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Роль и значение количественного анализа в фармации.

Источники ошибок количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа (систематическая ошибка, случайные ошибки).

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

Случайные ошибки. Некоторые понятия математической статистики и их использование в количественном анализе. Случайная величина, варианты, генеральная совокупность, выборка (выборочная совокупность), распределение Стьюдента.

Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. Расчёт метрологических параметров. Оптимальный объём выборки, среднее значение определяемой величины (среднее), отклонение, дисперсия, дисперсия среднего, стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение), стандартное отклонение среднего, относительное стандартное отклонение, доверительный интервал (доверительный интервал среднего), полуширина доверительного интервала, доверительная вероятность, коэффициент нормированных отклонений (коэффициент Стьюдента), относительная (процентная) ошибка среднего результата. Исключение грубых промахов.

Представление результатов количественного анализа.

Примеры статистической обработки результатов в фармацевтическом анализе.

Лекция «Гравиметрический анализ»

Основные понятия гравиметрического анализа. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрический анализ). Метод осаждения. Основные этапы гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая (весовая) формы; требования, предъявляемые к этим формам. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости. Понятие о природе образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Примеры гравиметрических определений.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторное занятие. «Оценка достоверности результатов количественного анализа»

Расчеты в статистической обработке результатов количественного анализа.

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию погрешностей количественного анализа.
2. Перечислите источники систематических ошибок.
3. Что такое коэффициент распределения Стьюдента?
4. Как представляют результаты количественного анализа?
5. При титровании 0,1285 М стандартного раствора серной кислоты раствором гидроксида натрия получили значения концентрации кислоты, моль/л: 0,1274; 0,1278; 0,1280; 0,1275. Определите относительную ошибку измерения.

Лабораторная работа «Определение влажности лекарственного растительного сырья»

Техника безопасности работы в лаборатории аналитической химии.

Правила работы и методика взвешивания образцов на аналитических весах.

Взятие точной навески лекарственного растительного сырья на аналитических весах.

Определение содержания гигроскопической воды в навеске лекарственного растительного сырья.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под влажностью исследуемого образца?
2. Как готовят бюкс для определения влажности лекарственного растительного сырья?
3. Назовите условие прекращения термической обработки исследуемого образца при определении его влажности.

Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по теме 4 «Количественный анализ. Гравиметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов».

1. Классификация методов количественного анализа.
2. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
3. Значение количественного анализа в фармации.
4. Источники систематических ошибок.
5. Оценка правильности результатов количественного анализа.
6. Случайные ошибки.
7. Случайная величина, варианта, генеральная совокупность, выборка (выборочная совокупность), распределение Стьюдента.
8. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа.

9. Оптимальный объём выборки, среднее значение определяемой величины (среднее), отклонение, дисперсия, дисперсия среднего, стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение), стандартное отклонение среднего, относительное стандартное отклонение.
10. Доверительный интервал (доверительный интервал среднего), полуширина доверительного интервала, доверительная вероятность.
11. Коэффициент нормированных отклонений (коэффициент Стьюдента), относительная (процентная) ошибка среднего результата.
12. Исключение грубых промахов.
13. Представление результатов количественного анализа.
14. Классификация методов гравиметрического анализа.
15. Метод осаждения.
16. Этапы гравиметрического определения.
17. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической (весовой) форме.
18. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости.
19. Природа образования осадков.
20. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.
21. Применение методов гравиметрического анализа при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Подготовьтесь к лабораторной работе «Определение влажности лекарственного растительного сырья»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
3. На титрование четырех одинаковых объемов кислоты израсходовано 12,50; 12,52; 12,48; 12,46 мл щелочи. Вычислите абсолютную ошибку определения.

### **Тема 5. Титриметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Применение титриметрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Лекция «Введение в титриметрический анализ. Кисотно-основное титрование: основные положения, кривые титрования»

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

Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование. Виды (приёмы) титрования (прямое, обратное, косвенное). Способы определения (отдельных навесок, аликвотных частей). Методы установления конечной точки титрования (визуальные, инструментальные).

Применение методов титриметрического анализа при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

Применение титриметрического анализа при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

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

Кривые кислотно-основного титрования. Расчёт, построение и анализ типичных кривых титрования сильной кислоты щёлочью, сильного и слабого основания - кислотой. Выбор индикаторов по кривой титрования.

Лекция «Кисотно-основное титрование: титрование полипротонных кислот; индикаторы; ошибки титрования»

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

Титрование полипротонных кислот.

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

Лекция «Окислительно-восстановительное титрование: сущность метода; кривые титрования»

Сущность метода окислительно-восстановительного титрования. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное).

Кривые окислительно-восстановительного титрования: расчёт, построение, анализ.

Лекция «Окислительно-восстановительное титрование: индикаторы; индикаторные ошибки титрования»

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

Выбор индикатора на основании анализа кривой титрования.

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

Лекция «Методы окислительно-восстановительного титрования»

Перманганатометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Установление конечной точки титрования. Применение перманганатометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

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

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

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

Применение броматометрии и дихроматометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

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

Йодометрическое титрование для определения окислителей заместительным титрованием. Сущность метода. Титрант (стандартный раствор тиосульфата натрия), его приготовление, стандартизация. Применение метода.

Применение йодометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Хлорйодиметрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Условия проведения титрования. Применение хлорйодиметрии.

Йодатометрическое титрование. Сущность метода. метода, его приготовление, стандартизация. Определение конечной точки титрования. Применение йодатометрии.

Нитритометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода (внешние, внутренние). Применение нитритометрии.

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

Лекция «Комплексонометрическое титрование: сущность метода; кривые титрования»

Требования к реакциям в комплексиметрии. Классификация методов и их применение при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

Комплексонометрическое титрование. Понятие о комплексонах металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Сущность метода комплексонометрического титрования. Кривые титрования, их расчёт и построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования (устойчивость комплексонов, концентрация ионов металла и комплекса, pH раствора).

Лекция «Комплексонометрическое титрование: индикаторы; ошибки метода и их устранение»

Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам; интервал изменения окраски индикаторов; примеры металлохромных индикаторов (эриохром чёрный Т, ксиленоловый оранжевый, мурексид и др.). Выбор металлохромных индикаторов. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Виды (приёмы) комплексонометрического титрования (прямое, обратное, заместительное).

Ошибки метода, их происхождение, расчёт, устранение.

Лекция «Осадительное титрование: сущность метода; кривые титрования; индикаторы; ошибки метода и их устранение»

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).

Кривые осадительного титрования, их расчёт, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.).

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

Ошибки осадительного титрования. Их происхождение, расчёт, устранение.

Применение осадительного титрования при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

Лекция «Методы осадительного титрования»

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

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

Меркурометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода. Применение меркурометрии.

Гексацианоферратометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Применение гексацианоферратометрии.

Сульфатометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода.

Способ проведения титрования. Применение сульфатометрии.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Стандартизация раствора соляной кислоты»

Приготовление титрованного раствора тетрабората натрия (буры) по навеске.

Расчет нормальной концентрации раствора и титра буры.

Приготовление рабочего раствора соляной кислоты.

Титрование раствора буры раствором соляной кислоты в присутствии метилового оранжевого.

Расчет нормальной концентрации раствора соляной кислоты и титра по буре.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение нормальной концентрации раствора.
2. Дайте определение титра.
3. Что называют титром по определяемому веществу?
4. Что такое стандартные растворы?
5. Каковы требования, предъявляемые к исходным стандартным веществам для установки эквивалентной концентрации раствора?
6. Приведите пример применения кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе.

Лабораторное занятие. Расчет ошибок кислотно-основного титрования. Расчет и построение кривых титрования сильных кислот и оснований.

Расчет и построение кривой титрования 0,1 н раствора соляной кислоты 0,1 н раствором гидроксида натрия.

Расчет водородной, гидроксильной, кислотной и щелочной ошибки титрования.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте водородную ошибку кислотно-основного титрования.
2. Охарактеризуйте гидроксильную ошибку кислотно-основного титрования.
3. Охарактеризуйте кислотную ошибку кислотно-основного титрования.
4. Охарактеризуйте щелочную ошибку кислотно-основного титрования.
5. Что такое точка эквивалентности?
6. В какой области pH (кислой, нейтральной, щелочной) расположена точка эквивалентности при титровании раствора сильной кислоты сильным основанием?

Лабораторная работа «Определение содержания уксусной кислоты в водном растворе»

Приготовление раствора гидроксида натрия.

Определение концентрации раствора гидроксида натрия по титрованному раствору щавелевой кислоты в присутствии фенолфталеина.

Стандартизация раствора уксусной кислоты по раствору гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина.

Расчет нормальной концентрации и титра раствора уксусной кислоты.

Расчет массы уксусной кислоты в анализируемом растворе.

Контрольные вопросы:

1. В какой области pH (кислой, нейтральной, щелочной) расположена точка эквивалентности при титровании раствора слабой кислоты сильным основанием?
2. Каким способом удалят примесь карбоната натрия из навески гидроксида натрия при приготовлении титрованного раствора гидроксида натрия?
3. Приведите формулы определения pH растворов слабых кислот и слабых оснований.

Лабораторное занятие. Расчет и построение кривой титрования слабых кислот и оснований и многоосновных кислот.

Расчет и построение кривой титрования 0,1 н раствора муравьиной кислоты 0,1 н раствором гидроксида калия.

Определение скачка титрования и подбор индикатора титрования 0,1 н раствора муравьиной кислоты 0,1 н раствором гидроксида калия.

Расчет и построение кривой титрования 100 мл 0,1M раствора  $H_2SO_3$  0,1M раствором гидроксида натрия.

Контрольные вопросы:

1. В какой области pH (кислой, нейтральной, щелочной) расположена точка эквивалентности при титровании раствора слабого основания сильной кислотой?
2. Что называется скачком титрования?
3. Что называют интервалом перехода индикатора? Приведите примеры.
4. Как подбирают индикаторы кислотно-основного титрования многоосновных кислот?

Лабораторная работа «Перманганатометрическое определение массовой доли перекиси водорода в растворе»

Стандартизация раствора перманганата калия по стандартному раствору щавелевой кислоты (приготовлен из фиксанала). Титрование исследуемого раствора перекиси водорода стандартизированным раствором перманганата калия. Вычисление массовой доли перекиси водорода в исследуемом растворе.

Расчет и построение кривой титрования раствора сульфата железа (II) раствором перманганата калия при концентрации электролитов 0,1 н (первоначальный объем раствора 100 мл,  $[H^+] = 1$  моль/л).

Контрольные вопросы:

1. Какие могут быть ошибки в методе перманганатометрического титрования?
2. В чем суть метода перманганатометрии?
3. Почему для приготовления титрованного раствора перманганата калия берут его навеску большей массы?
4. Приведите пример применения окислительно-восстановительного титрования в фармацевтическом анализе.

Лабораторная работа «Определение массовой доли йода в спиртовом растворе йода»

Титрование исследуемого спиртового раствора йода стандартным раствором тиосульфата натрия в присутствии раствора йодида калия и крахмала.

Вычисление массовой доли йода в анализируемом спиртовом растворе йода.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры стандартизации раствора тиосульфата натрия.
2. Почему в лабораторной работе в качестве индикатора применяют раствор крахмала?
3. Допишите уравнение реакции и составьте электронный баланс:  $Na_2S_2O_3 + I_2 = \dots$

Лабораторная работа «Определение массовой доли хлорида натрия в растворе по методу Фольгарда»

Стандартизация раствора нитрата серебра по титрованному раствору хлорида натрия. Стандартизация раствора роданида аммония по титрованному раствору нитрата серебра с индикатором Фольгарда (раствор железоаммонийных квасцов). Титрование полученного для исследования раствора хлорида натрия в присутствии 10 мл титрованного раствора нитрата серебра стандартизированным раствором роданида аммония с индикатором Фольгарда. Расчет содержания (в %) хлорида натрия в исследуемом растворе.

Расчет и построение кривой титрования 0,1 М раствора хлорида натрия 0,1 М раствором нитрата серебра.

Контрольные вопросы.

1. Как определяется конец осадительного титрования методом Мора?
2. Как определяется конец осадительного титрования методом Фаянса?
3. Как определяется конец осадительного титрования методом Фольгарда?
4. Как определить погрешность титрования по методу Фольгарда?
5. Погрешность титрования по методу Фольгарда?
6. Приведите пример применения осадительного титрования в фармацевтическом анализе.

Лабораторное занятие. Расчет кривых комплексонометрического титрования.

Построение кривых комплексонометрического титрования в среде аммиачного буфера с учетом разбавления раствора.

Контрольные вопросы:

1. Какие химические соединения называют комплексными?
2. Как количественно характеризуют устойчивость комплексного соединения?
3. Какое значение имеют комплексные соединения для анализа?
4. Охарактеризуйте способы обнаружения конечной точки при комплексонометрическом титровании.

Лабораторная работа «Комплексонометрическое определения концентрации хлорида кальция в растворе для инъекций»

Приготовление раствора Трилона Б.



Стандартизация приготовленного раствора Трилона Б по фиксальному раствору сульфата магния в среде аммиачного буфера с индикатором Эриохромом черным Т.

Расчет нормальной концентрации приготовленного раствора Трилона Б.

Определение содержания кальция хлорида в растворе для инъекций титрованием Трилоном Б в среде аммиачного буфера с индикатором хромовым темно-синим.

Расчет нормальной и процентной концентрации хлорида кальция в растворе для инъекций.

Контрольные вопросы:

1. Приведите формулу комплексного соединения  $\text{Ca}^{2+}$  с Трилоном Б.
2. Назовите стандартные вещества, используемые для установления концентрации ЭДТА.
3. Приведите примеры применения комплексонометрического титрования в фармацевтическом анализе.

Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по теме 5 «Титриметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Применение титриметрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья».

1. Титриметрический анализ. Основные понятия. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе.
2. Классификация методов титриметрического анализа. Способы титрования.
3. Метод кислотно-основного титрования. Сущность метода.
4. Ионная, хромофорная и ионно-хромофорная теории индикаторов.
5. Индикаторы кислотно-основного титрования.
6. Ошибки кислотно-основного титрования.
7. Расчет кривых кислотно-основного титрования.
8. Применение титриметрического анализа при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
9. Применение титриметрического анализа при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
10. Методы окислительно-восстановительного титрования. Сущность, классификация методов. Применение методов окислительно-восстановительного титрования при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
11. Требования к реакциям и условия проведения окислительно-восстановительного титрования.
12. Способы окислительно-восстановительного титрования.
13. Индикаторы метода окислительно-восстановительного титрования.
14. Расчет кривых окислительно-восстановительного титрования.
15. Перманганатометрия: сущность метода, титрант, условия проведения титрования, определение окислителей и восстановителей, достоинства и недостатки метода, примеры определений.
16. Применение перманганатометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
17. Йодометрия: сущность метода, титрант, индикаторы, условия проведения йодиметрических определений, примеры определений.
18. Применение йодометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
19. Броматометрия: сущность и условия проведения, титрант, индикаторы метода, примеры определений.
20. Дихроматометрия: сущность метода, титрант, индикаторы метода, определение окислителей и восстановителей, достоинства и недостатки метода.
21. Применение броматометрии и дихроматометрии (окислительное – восстановительное титрование) при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
22. Методы осадительного титрования. Сущность. Требования к реакциям, применяемым в методе. Классификация методов.

23. Применение осадительного титрования при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
24. Применение осадительного титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
25. Кривые осадительного титрования.
26. Аргентометрия: сущность и разновидности метода, титрант, условия титрования, примеры определений, достоинства и недостатки метода.
27. Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Механизм действия адсорбционных индикаторов, условия их применения.
28. Тиоцианометрическое титрование: сущность метода, титрант, индикаторы метода, примеры определений, достоинства и недостатки.
29. Меркурометрическое титрование: сущность метода, титрант, индикаторы метода, примеры определений, достоинства и недостатки.
30. Гексацианоферратометрическое титрование: сущность метода, титрант, индикаторы метода, примеры определений.
31. Хлоридиметрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация. Условия проведения титрования. Применение хлоридиметрии.
32. Йодатометрическое титрование. Сущность метода. Метода, его приготовление, стандартизация. Определение конечной точки титрования. Применение йодатометрии.
33. Нитритометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода (внешние, внутренние). Применение нитритометрии.
34. Цериметрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Применение цериметрии.
35. Дихроматометрическое титрование. Сущность метода. Титрант, его приготовление. Определение конечной точки титрования. Применение дихроматометрии.
36. Методы комплексиметрического титрования. Требования к реакциям, применяемым в методе. Классификация методов.
37. Комплексонометрия. Комплексоны. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов.
38. Кривые комплексонометрического титрования.
39. Индикаторы методов комплексиметрического титрования. Принцип действия металлохромных индикаторов, требования к ним, интервал перехода окраски индикатора. Примеры металлохромных индикаторов, их выбор.
40. Способы комплексонометрического титрования. Ошибки метода. Достоинства метода.
41. Применение комплексонометрического титрования в разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
42. Применение комплексонометрического титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Подготовьтесь к лабораторным работам «Стандартизация раствора соляной кислоты», «Определение содержания уксусной кислоты в водном растворе», «Перманганатометрическое определение массовой доли перекиси водорода в растворе», «Определение массовой доли йода в спиртовом растворе йода», работа «Определение массовой доли раствора хлорида натрия по методу Фольгарда», «Комплексонометрическое определения концентрации хлорида кальция в растворе для инъекций»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
3. Изучите алгоритмы расчета и построения кривых титрования в методах кислотно-основного, окислительно-восстановительного, осадительного и комплексонометрического титрования.

## **Тема 6. Физико-химические методы исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и их применение при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья (ПК-4)**

### **Лекция.**

#### **Лекция «Оптические методы анализа»**

Общий принцип метода. Классификация оптических методов анализа.

Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Сущность метода. Цвет и спектр. Основные законы светопоглощения Бугера. Объединённый закон светопоглощения Бугера – Ламберта – Беера-Бернара. 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. Аддитивность оптической плотности, приведённая оптическая плотность.

Принципиальная схема получения спектра поглощения. Понятие о происхождении электронных спектров поглощения; особенности электронных спектров поглощения органических и неорганических соединений.

#### **Лекция «Методы абсорбционного оптического анализа»**

Методы абсорбционного анализа: колориметрия, фотоэлектроколориметрия, спектрофотометрия.

Применение спектрофотометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Колориметрия. Метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления. Их сущность. Применение в фармации.

Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметрия. Сущность методов, достоинства и недостатки, применение.

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

Погрешности спектрофотометрического анализа, их природа, устранение.

Экстракционно-фотометрический анализ. Сущность метода. Условия проведения анализа. Фотометрические реакции в экстракционно-фотометрическом методе. Применение метода.

Понятие о фотометрическом титровании.

#### **Лекция «Люминесцентный анализ»**

Сущность метода. Классификация различных видов люминесценции. Флуоресцентный анализ. Природа флуоресценции. Основные характеристики и закономерности люминесценции: спектр флуоресценции, закон Стокса - Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый выход флуоресценции, закон (правило) С.И. Вавилова. Количественный флуоресцентный анализ: принципы, условия проведения, люминесцентные реакции. Способы определения концентрации вещества (метод градуировочного графика, метод одного стандарта). Экстракционно-флуоресцентный анализ. Титрование с применением флуоресцентных индикаторов. Применение люминесцентного анализа при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

#### **Лекция «Хроматографические методы анализа»**

Ионообменная хроматография. Сущность метода. Иониты. Ионообменное равновесие. Методы ионообменной хроматографии. Применение ионообменной хроматографии.

Газовая (газожидкостная и газоадсорбционная) хроматография. Сущность метода. Понятие о теории метода. Параметры удерживания. Параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок). Влияние температуры на разделение. Практика метода. Особенности проведения хроматографирования. Методы количественной обработки хроматограмм (абсолютной калибровки, внутренней нормализации, внутреннего стандарта).

Понятие о комбинированных методах: хромато-масс-спектрометрия, хромато-спектрофотометрия.

Жидкостная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода.

Применение методов количественной хроматографии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Лекция «Амперометрический анализ. Кондуктометрический анализ»

Амперометрия. Сущность метода. Условия проведения амперометрического титрования. Кривые амперометрического титрования.

Понятие об амперометрическом титровании с двумя индикаторными электродами.

Применение амперометрического титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Кондуктометрия. Принцип метода, основные понятия. Связь концентрации растворов электролитов с их электрической проводимостью. Прямая кондуктометрия. Определение концентрации анализируемого раствора по данным измерения электропроводности (расчётный метод, метод градуировочного графика).

Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Типы кривых кондуктометрического титрования. Понятие о высокочастотном кондуктометрическом титровании.

Применение кондуктометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Лекция «Потенциометрический анализ»

Принцип метода. Определение концентрации анализируемого раствора в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок). Применение прямой потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Кривые потенциометрического титрования. Применение потенциометрического титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Лекция «Полярографический анализ»

Общие понятия, принцип метода. Полярографические кривые, потенциал полуволны, связь величины диффузионного тока с концентрацией. Количественный полярографический анализ; определение концентрации анализируемого раствора (метод градуировочного графика, метод стандартных растворов). Условия проведения полярографического анализа. Применение полярографии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Лекция «Кулонометрический анализ»

Принципы метода. Прямая кулонометрия. Сущность прямой кулонометрии при постоянном потенциале. Способы определения количества электричества, прошедшего через раствор в прямой кулонометрии. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения кулонометрического титрования. Индикация точки эквивалентности. Применение кулонометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Количественное определение содержания левомецитина методом сравнения со стандартом»

Правила работы на фотоэлектроколориметре СФ-2000.

Приготовление стандартного раствора левомецитина.

Измерение оптической плотности стандартного и анализируемого растворов левомецитина: Измерение оптическую плотность стандартного раствора левомецитина при длине волны 278 нм относительно 0,1 М раствор гидроксида натрия.

Измерение оптической плотности исследуемого раствора левомецитина.

Расчет процентного содержания левомецитина в исследуемом растворе.

Контрольные вопросы:

1. Напишите уравнение закона Бугера – Ламберта – Бера.
2. Что называют молярным коэффициентом поглощения?

3. Что называют спектром поглощения?

4. Охарактеризуйте метод сравнения оптических плотностей стандартного и анализируемого растворов.

Лабораторная работа «Количественное определение содержания фурацилина методом калибровочного графика»

Приготовление рабочего раствора фурацилина.

Приготовление стандартных растворов фурацилина для построения калибровочного графика.

Измерение оптических плотностей стандартных растворов для построения калибровочного графика относительно раствора сравнения при длине волны 450 нм.

Измерение оптической плотности анализируемого раствора.

Построение калибровочного графика и вычисление концентрации исследуемого раствора фурацилина.

Контрольные вопросы:

1. Правила построения калибровочного графика.
2. Принцип метода определения концентрации вещества по калибровочному графику.
3. Приведите примеры применения фотоэлектроколиметрических методов анализа в фармацевтическом анализе.

Лабораторная работа «Определение массы перманганата калия в анализируемом растворе методом добавок»

Приготовление рабочего раствора перманганата калия из рабочего раствора.

Измерение оптической плотности рабочего раствора перманганата калия при длинах волн 400, 440, 490, 540 и 590 нм.

Построение спектра поглощения рабочего раствора перманганата калия и выбор оптимальной длины волны, соответствующей максимальному значению оптической плотности.

Измерение оптической плотности исследуемого раствора перманганата калия при выбранной оптимальной длине волны.

Расчет концентрации анализируемого раствора перманганата калия и массы перманганата калия в нем.

Контрольные вопросы:

1. На чем основано определение концентрации вещества по методу добавок?
2. Как рассчитывают концентрацию добавки?
3. Какие методы различают по характер взаимодействия анализируемой системы с лучистой энергией и способу ее измерения? Приведите примеры методов.

Лабораторная работа «Амперометрическое титрование ионов цинка  $Zn^{2+}$  раствором гексацианоферрата (II) калия»

Выбор потенциала индикаторного электрода (Pt).

Титрование ионов цинка в анализируемом растворе раствором  $K_4[Fe(CN)_6]$ .

Построение кривой титрования и определение объем титранта в точке эквивалентности.

Вычисляют содержание ионов цинка в исследуемом растворе.

Контрольные вопросы:

1. Порядок работы на установке для амперометрического титрования, ее основные узлы, их назначение.
2. Какие электроды могут служить индикаторными в амперометрическом титровании?
3. Какой электрод выполняет роль индикаторного в Вашей ячейке?
4. Какой электрод выполняет роль электрода сравнения?
5. Какой электролит является фоновым?
6. Каким требованиям должны удовлетворять процессы, используемые в амперометрическом титровании?

Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по теме «Физико-химические методы исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и их применение при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья».

1. Основные законы светопоглощения.
2. Оптическая плотность (экстинкция), пропускание, связь между ними. Коэффициент поглощения и коэффициент погашения.
3. Колориметрия, фотоколориметрия, их применение (методы стандартных серий, уравнивания окрасок, разбавления).
4. Спектрофотометрия. Сущность метода, используемые приборы, достоинства и недостатки метода. Условия фотометрического определения.
5. Фотометрия. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
6. Фотометрическое титрование, виды кривых титрования.
7. Спектрофотометрия. Сущность метода, примеры определений. Погрешности спектрофотометрического анализа.
8. Экстракционно-фотометрический анализ. Фотометрические реакции в экстракционно-фотометрическом анализе.
9. Применение спектрофотометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
10. Люминесцентный анализ. Сущность метода. Классификация различных видов люминесценции.
11. Применение люминесцентного анализа при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
12. Флуоресцентный анализ: природа флуоресценции; основные характеристики и закономерности люминесценции.
13. Количественный флуоресцентный анализ: принцип, условия проведения анализа, способы определения концентрации вещества, применение.
14. Экстракционно-флуоресцентный анализ. Титрование с помощью флуоресцентных индикаторов.
15. Ионообменная хроматография. Сущность метода; иониты. Ионообменное равновесие. Методы ионообменной хроматографии. Применение ионообменной хроматографии в анализе.
16. Газовая хроматография, газо-жидкостная хроматография. Сущность метода. Понятие о теории метода (параметры удерживания; параметры разделения; эффективность колонки; влияние температуры на разделение).
17. Газо-жидкостная хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Расчет концентрации по показаниям регистратора.
18. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Принципиальная схема жидкостного хроматографа.
19. Применение методов количественной хроматографии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
20. Потенциометрический анализ: принцип метода определение концентрации вещества в прямой потенциометрии. Ионоселективные электроды.
21. Потенциометрическое титрование: принцип; кривые титрования, применение потенциометрического титрования.
22. Применение потенциометрического титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
23. Кондуктометрический анализ (кондуктометрия). Принцип метода, основные понятия.
24. Прямая кондуктометрия (определение концентрации расчетным методом и методом калибровочного графика).
25. Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования. Применение кондуктометрического титрования.
26. Применение кондуктометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
27. Полярографический анализ. Сущность метода. Полярограммы, их основные характеристики.

28. Применение полярографии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
29. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования. Условия проведения титрования.
30. Применение амперометрического титрования при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
31. Кулонометрический анализ. Сущность метода. Условия кулонометрических определений. Прямая кулонометрия.
32. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения титрования. Применение кулонометрического титрования.
33. Применение кулонометрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
34. Примеры применения физико-химических методов исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Подготовьтесь к лабораторным работам «Количественное определение содержания левомицетина методом сравнения со стандартом», «Количественное определение содержания фурацилина методом калибровочного графика», «Амперометрическое титрование ионов цинка  $Zn^{2+}$  раствором гексацианоферрата (II) калия»: ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме лабораторной работы, оформите лабораторный журнал (рабочую тетрадь), ответьте на контрольные вопросы.
3. Изучите алгоритмы построения кривых титрования в методах фотометрического титрования, амперометрии, потенциометрии.
4. Охарактеризуйте методы количественной хроматографии и приведите примеры ее применения для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
5. Охарактеризуйте методы полярографического и кулонометрического анализа и приведите примеры их применения для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

#### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

##### **4.1. Распределение баллов:**

3 семестр

- текущий контроль – 54 балла
- контрольные срезы – 2 среза по 8 баллов каждый
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

##### **Распределение баллов по заданиям:**

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Введение в аналитическую химию. Качественный анализ. Применение методов качественного анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Коллоквиум(контрольный срез)	8	За colloквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на colloквиум дается 30 минут. 4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос.
		Защита лабораторных работ	10	Выполняется 5 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 2 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности и правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)
		Решение задач	10	За решение задач начисляется 10 баллов. Решение задач включается в себя решение 2 задач по 5 баллов каждая. На решение задач отводится 20 минут. 5 баллов – задача решена правильно; 4 балла – при решении задачи допущен один недочет; 3 балла – при решении задачи допущено несколько недочетов; 2 балла – при решении задачи допущена одна ошибка; 1 балл – при решении задачи допущено несколько ошибок; 0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи
2.	Гомогенные и гетерогенные равновесия, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного	Коллоквиум(контрольный срез)	8	За colloквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на colloквиум дается 30 минут. 4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос



	сырья и биологических объектов	Защита лабораторных работ	14	<p>Выполняется 7 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 2 балла.</p> <p>Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности.</p> <p>Баллы за защиту суммируются следующим образом:</p> <p>1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности и правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради</p> <p>1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)</p>
		Решение задач	10	<p>За решение задач начисляется 10 баллов.</p> <p>Решение задач включается в себя решение 2 задач по 5 баллов каждая. На решение задач отводится 30 минут.</p> <p>5 баллов – задача решена правильно;</p> <p>4 балла – при решении задачи допущен один недочет;</p> <p>3 балла – при решении задачи допущено несколько недочетов;</p> <p>2 балла – при решении задачи допущена одна ошибка;</p> <p>1 балл – при решении задачи допущено несколько ошибок;</p> <p>0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи</p>
3.	Инструментальные методы исследования в качественном анализе и их применение для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Коллоквиум	8	<p>За коллоквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут.</p> <p>4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ;</p> <p>3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность;</p> <p>2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки;</p> <p>1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки;</p> <p>0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос</p>
		Защита лабораторных работ	2	<p>Выполняется 1 лабораторная работа, на защиту которой отводится 2 балла.</p> <p>Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности.</p> <p>Баллы за защиту суммируются следующим образом:</p> <p>1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности и правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради</p> <p>1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)</p>

4.	Ответ на экзамене	30	25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично» 16-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо» 15 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 1-14 баллов – студент допустил в ответах на вопросы билета грубые ошибки и множественные неточности (оценка «неудовлетворительно») 0 баллов – неправильные ответы на все вопросы билета (оценка «неудовлетворительно») / отказ от ответа на билет
5.	Итого за семестр	100	

#### 4 семестр

- текущий контроль – 46 баллов
- контрольные срезы – 3 среза по 8 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

#### Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Количественный анализ. Гравиметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья	<b>Коллоквиум(контрольный срез)</b>	8	За коллоквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут. 4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос.
		Защита лабораторных работ	3	Выполняется 1 лабораторная работа, на защиту которой отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов).

		Решение задач	4	<p>За решение задач начисляется 4 балла.</p> <p>Решение задач включается в себя решение 1 задачи на 4 балла. На решение задачи отводится 15 минут.</p> <p>4 балла – задача решена правильно;</p> <p>3 балла – при решении задачи допущен один недочет;</p> <p>2 балла – при решении задачи допущена одна ошибка;</p> <p>1 балл – при решении задачи допущено несколько ошибок;</p> <p>0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи</p>
2.	<p>Титриметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p> <p>Применение титриметрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья</p>	Коллоквиум (контрольный срез)	8	<p>За коллоквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут.</p> <p>4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ;</p> <p>3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность;</p> <p>2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки;</p> <p>1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки;</p> <p>0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос.</p>
		Защита лабораторных работ	18	<p>Выполняется 6 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 3 балла.</p> <p>Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности.</p> <p>Баллы за защиту суммируются следующим образом:</p> <p>1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности;</p> <p>1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради</p> <p>1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов).</p>
		Решение задач	5	<p>За решение задач начисляется 5 баллов.</p> <p>Решение задач включается в себя решение 1 задачи на 5 баллов.</p> <p>На решение задачи отводится 25 минут.</p> <p>5 баллов – задача решена правильно;</p> <p>4 балла – при решении задачи допущен один недочет;</p> <p>3 балла – при решении задачи допущено несколько недочетов;</p> <p>2 балла – при решении задачи допущена одна ошибка;</p> <p>1 балл – при решении задачи допущено несколько ошибок;</p> <p>0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи.</p>
3.	<p>Физико-химические методы исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических</p>	Коллоквиум (контрольный срез)	8	<p>За коллоквиум начисляется 8 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут.</p> <p>4 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ;</p> <p>3 балла – студент при ответе на вопрос допустил неточность;</p> <p>2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки;</p> <p>1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки;</p> <p>0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос.</p>

	объектов и их применение при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья	Защита лабораторных работ	12	Выполняется 4 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл - за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов).
		Решение задач	4	За решение задач начисляется 4 балла. Решение задач включается в себя решение 1 задачи на 4 балла. На решение задачи отводится 15 минут. 4 балла – задача решена правильно; 3 балла – при решении задачи допущен один недочет; 2 балла – при решении задачи допущена одна ошибка; 1 балл – при решении задачи допущено несколько ошибок; 0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи
4.	Премиальные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы начисляются: за подготовку к докладу и его представление на студенческой научной конференции «Державинские чтения» в профильной для дисциплины «Аналитическая химия» секции.
5.	Ответ на экзамене		30	25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично» 16-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо» 15 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 1-14 баллов – студент допустил в ответах на вопросы билета грубые ошибки и множественные неточности (оценка «неудовлетворительно») 0 баллов – неправильные ответы на все вопросы билета (оценка «неудовлетворительно») / отказ от ответа на билет
6.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		10	Ответ на один из вопросов дополнительного экзаменационного билета
7.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

## Защита лабораторных работ

Тема 2. Гомогенные и гетерогенные равновесия, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

1. Приведите общую характеристику анионов III группы.
2. Приведите уравнение фармакопейной реакции ацетат-аниона.
3. С помощью какой реакции можно отличить нитрат-анионы от нитрит-анионов? Приведите уравнение соответствующей реакции.

### Коллоквиум

Тема 5. Титриметрический анализ при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов. Применение титриметрии при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья

1. Комплексометрия. Комплексоны. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов.
2. Кривые комплексометрического титрования.
3. Индикаторы методов комплексометрического титрования. Принцип действия металлохромных индикаторов, требования к ним, интервал перехода окраски индикатора. Примеры металлохромных индикаторов, их выбор.
4. Способы комплексометрического титрования. Ошибки метода. Достоинства метода.
5. Применение комплексометрического титрования в разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

### Решение задач

Тема 6. Физико-химические методы исследования для разработки, исследования и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов и их применение при мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья

1. Раствор серной кислоты объемом 20 мл имеет плотность 1,08 г/мл и массовую долю кислоты 11,6%. Определите молярность, моляльность, титр и нормальную концентрацию этого раствора.

Решение:

Масса 20 мл раствора серной кислоты:

$$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} = V(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) \times \rho(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ мл} \times 1,08 \text{ г/мл} = 21,6 \text{ г.}$$

Масса серной кислоты в 20 мл раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} = (m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) \times w(\text{H}_2\text{SO}_4)) / 100 = (21,6 \text{ г} \times 11,6) / 100 = 2,51 \text{ г.}$$

$$\text{Титр серной кислоты: } T(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / V(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = 2,51 \text{ г} / 20 \text{ мл} = 0,1255 \text{ г/мл.}$$

Масса серной кислоты в 1 л раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1 \text{ л}} = (m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} \times 1000 \text{ мл}) / 20 \text{ мл} = 125,5 \text{ г;}$$

количество вещества серной кислоты в 1 л раствора:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1 \text{ л}} = m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1 \text{ л}} / M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 125,5 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 1,28 \text{ моль, следовательно,}$$

молярная концентрация раствора серной кислоты:  $C_M = 1,281 \text{ моль/л.}$

Масса воды в 20 мл раствора серной кислоты:

$$m(\text{H}_2\text{O})_{20 \text{ мл}} = m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} - m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} = 21,6 \text{ г} - 2,51 \text{ г} = 19,09 \text{ г.}$$

Количество вещества серной кислоты в 20 мл раствора:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} = m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20 \text{ мл}} / M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,51 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 0,0256 \text{ моль;}$$

количество вещества серной кислоты в 1 кг воды:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1\text{ кг воды}} = (n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20\text{ мл}} \times 1000) / m(\text{H}_2\text{O})_{20\text{ мл}} = (0,0256 \text{ моль} \times 1000) / 19,09 \text{ г} = 1,34 \text{ моль},$$

следовательно, моляльная концентрация раствора серной кислоты равна:  $CL = 1,34 \text{ моль/1 кг H}_2\text{O}$ .

Фактор эквивалентности ( $f_{\text{Э}}$ ) серной кислоты равен  $\frac{1}{2}$ .

Молярная масса эквивалента серной кислоты:

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = f_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \times M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \times 98 \text{ г/моль} = 49 \text{ г/(моль} \times \text{Э)};$$

количество вещества эквивалента серной кислоты в 1 л раствора:

$$n_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1\text{ л}} = m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{1\text{ л}} / M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 125,5 \text{ г} / 49 \text{ г/(моль} \times \text{Э)} = 2,561 \text{ моль-Э},$$

следовательно, нормальная концентрация раствора серной кислоты равна 2,561 н.

2. Рассчитайте коэффициент активности для 0,1 М раствора гидроксида натрия.

Решение:

Ионная сила раствора:

$$\mu = \frac{1}{2} (c_{\text{Na}^+} \cdot z_{\text{Na}^+}^2 + c_{\text{OH}^-} \cdot z_{\text{OH}^-}^2) = \frac{1}{2} (0,1 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot 1^2) = 0,1;$$

по формуле Дебая - Хюккеля находим  $f_{\pm}$ :

$$-\lg f_{\pm} = \frac{0,5 z_{\text{Na}^+} z_{\text{OH}^-} \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}} = \frac{0,5 \sqrt{0,1}}{1 + \sqrt{0,1}} = 0,120 ; f = \pm 0,757$$

3. Какая масса хлорида калия содержится в 250 мл раствора, если на титрование его 25 мл израсходовано 34 мл 0,105 М раствора нитрата серебра?

Решение:

При титровании раствора хлорида калия нитратом серебра протекает реакция



В точке эквивалентности  $n(\text{KCl}) = n(\text{AgNO}_3)$ .

$$n(\text{AgNO}_3) = ((C(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3)) / 1000,$$

$$m(\text{KCl}) = n(\text{AgNO}_3) \times M(\text{KCl}) \times (V(\text{р-ра KCl}) / V(\text{пробы KCl})),$$

$$m(\text{KCl}) = ((C(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3)) / 1000) \times M(\text{KCl}) \times (V(\text{р-ра KCl}) / V(\text{пробы KCl})) = \\ = ((0,105 \times 34) / 1000) \times 74,55 \times (250 / 25) = 2,66 \text{ г}.$$

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

### Типовые вопросы экзамена (ПК-4, ОПК-1)

3 семестр

1. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу (гидролиз аниона слабой кислоты, гидролиз катиона слабого основания, гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты).

2. Буферные системы (растворы). Значение pH буферных растворов: буферные системы, содержащие слабую кислоту и ее соль, слабое основание и ее соль.

3. Буферная ёмкость. Использование буферных систем в химическом и физико-химическом анализе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

4 семестр

1. Методы осадительного титрования. Сущность. Требования к реакциям, применяемым в методе. Классификация методов. Применение осадительного титрования при разработке, исследовании и экспертизе лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

2. Кривые осадительного титрования.

3. Аргентометрия: сущность и разновидности метода, титрант, условия титрования, примеры определений, достоинства и недостатки метода.

### Типовые задания для экзамена (ПК-4, ОПК-1)

3 семестр

1. Вычислите  $[H^+]$  и pH 0,005 М  $NH_4NO_3$ , а также степень и константу гидролиза  $NH_4NO_3$ .
2. В 12 л воды растворили 0,01 г бромида калия и прибавили 1 мл 0,1 М раствора нитрата серебра. Будет ли образовываться осадок бромида серебра?
3. Буферный раствор содержит 0,5 моль/л уксусной кислоты и 0,25 моль/л ацетата натрия. Рассчитать pH раствора. Как изменится pH при добавлении к 1 литру этого раствора 0,25 моль хлороводородной кислоты?

4 семестр

1. Рассчитайте скачок титрования 10,00 мл 0,2 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl.
2. 0,5020 г анализируемого вещества, содержащего бром, растворили в воде и прибавили 50,00 мл 0,1101 М раствора  $AgNO_3$ . Избыток  $AgNO_3$  оттитровали 10,40 мл раствора  $NH_4CNS$  концентрации 0,1158 моль/л. Рассчитайте процентное содержание брома в анализируемом веществе.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-4	Отлично проводит мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья, используя законы, методы и приемы аналитической химии. Отлично стандартизует приготовленные титрованные растворы.
	ОПК-1	Отлично применяет основные методы качественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (3 семестр). Отлично применяет основные методы количественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (4 семестр).
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-4	Хорошо проводит мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья, используя законы, методы и приемы аналитической химии. Хорошо стандартизует приготовленные титрованные растворы.
	ОПК-1	Хорошо применяет основные методы качественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (3 семестр). Хорошо применяет основные методы количественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (4 семестр).

«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-4	Удовлетворительно проводит мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья, используя законы, методы и приемы аналитической химии. Удовлетворительно стандартизует приготовленные титрованные растворы.
	ОПК-1	Удовлетворительно применяет основные методы качественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (3 семестр).
		Удовлетворительно применяет основные методы количественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (4 семестр).
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-4	Не проводит мониторинг качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья, используя законы, методы и приемы аналитической химии. Не стандартизует приготовленные титрованные растворы.
	ОПК-1	Не применяет основные физико-химические и химические методы качественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (3 семестр).
		Не применяет основные методы количественного аналитического химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (4 семестр).

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:



- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

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

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

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

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

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

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю., Краснюк И.И. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 688 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461839.html>
2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Моногарова О.В., Мугинова С.В., Филатова Д.Г. Аналитическая химия. Задачи и вопросы : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html>

### **6.3 Иные источники:**

1. Правовой сайт КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>
2. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
3. Словари и энциклопедии он-лайн - <http://dic.academic.ru>
4. Электронный справочник «Информιο» - [www.informio.ru](http://www.informio.ru)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
4. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
6. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина: официальный сайт. – URL: <http://www.tambovlib.ru>
7. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
8. ЭБС «Консультант студента»: коллекции: Медицина. Здравоохранение. Гуманитарные науки . – URL: <https://www.studentlibrary.ru>
9. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
10. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
11. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
12. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.