

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра химии

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.16 Аналитическая химия

для обучающихся 2 курса,

направление подготовки (специальность)
33.05.01 Фармация

форма обучения
очная

Трудоемкость, зачетные единицы/часы	9 з.е. / 324 ч.
в том числе:	
контактная работа	184 ч.
самостоятельная работа	140 ч.
Промежуточная аттестация, форма/семестр	Экзамен / IV семестр

Тверь, 2026

Разработчики: заведующая кафедрой химии, д.б.н., профессор Зубарева Г.М.; доцент кафедры химии, к.х.н. Соболев А.Е.; ассистент кафедры химии Крылов А.А.

Внешняя рецензия дана доцентом кафедры биотехнологии, химии и стандартизации ТвГТУ, к.х.н. Ожимковой Е.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии «12» мая 2026 г. (протокол № 8)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании профильного методического совета «22» мая 2026 г. (протокол № 6)

Рабочая программа утверждена на заседании центрального координационно-методического совета «27» августа 2026 г. (протокол № 1)

I. Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 33.05.01 Фармация, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 N 219 (ред. от 27.02.2023) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 33.05.01 Фармация», с учётом рекомендаций основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования.

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК-1) для осуществления фармацевтической деятельности в сфере обращения лекарств в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование мотивации граждан к поддержанию здоровья;
- обеспечение условий хранения и перевозки лекарственных средств;
- участие в контроле качества лекарственных средств;
- анализ научной литературы и официальных статистических обзоров, участие в проведении статического анализа и публичное представление полученных результатов;
- участие в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач в сфере обращения лекарственных средств.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции	Индикатор достижений	Планируемые результаты обучения
ОПК - 1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	ИД ОПК-1.2 Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственных средств, лекарственного сырья и биологических объектов.	Владеть: • статистической обработкой экспериментальных данных • методиками качественного и количественного анализа Уметь: • пользоваться химическим оборудованием • выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа • строить кривые титрования

		• проводить разделение катионов и анионов химическими и физико-химическими (хроматографическими) методами; Знать: • основные законы, лежащие в основе аналитической химии • основные положения теории ионных равновесий применительно к реакциям кислотно-основного, окислительно-восстановительного, осадительного и комплексообразовательного характера • методы разделения веществ (химические, хроматографические, экстракционные) • виды титрования
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в обязательную часть Блока 1 ОПОП специалиста.

1) Для успешного освоения дисциплины уровень начальной подготовки должен включать:

- хорошие базовые знания по химии и дисциплинам математического цикла, полученные в среднем образовательном учреждении
- понимание и активное использование химической терминологии
- навыки решения задач по общей химии
- знание основ теории электролитической диссоциации (ТЭД)
- знание основ окислительно-восстановительных процессов
- умение пользоваться основными таблицами по предмету
- знания основных правил техники безопасности при работе в химической лаборатории, знания простейшего лабораторного оборудования и химической посуды

2) Содержательно дисциплина «Аналитическая химия» объединяет разделы общей, неорганической и физической химий, имеющих существенное значение для формирования естественнонаучного мышления студентов. Каждый раздел химии вооружает студентов знаниями, которые необходимы ему при рассмотрении физико-химической сущности и механизма действия лекарственных препаратов. Умение выполнять в необходимых случаях расчеты параметров этих процессов, которые позволят понять воздействие препара-

тов на отдельные системы организма и организм в целом. Данная дисциплина является базовой частью для изучения следующих дисциплин естественнонаучного цикла: общая фармацевтическая химия, специальная фармацевтическая химия, токсикологическая химия.

4. Объём дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 академических часа, в том числе 184 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 104 часа самостоятельной работы обучающихся и 36 часов на самостоятельную подготовку к экзамену.

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций:

Лекция-визуализация, лекция-пресс-конференция, проблемная лекция, лабораторный практикум, мастер-класс, участие в научно-практических конференциях, учебно-исследовательская работа студентов, участие в предметных олимпиадах и экскурсиях, подготовка и защита рефератов, метод малых групп, занятие-конференция.

Элементы, входящие в самостоятельную работу студента: подготовка к семинарским и практическим занятиям, решение расчетных и ситуационных задач, написание рефератов, работа в Интернете.

В рамках изучения дисциплины предусмотрены встречи с представителями российских ВУЗов и научно-исследовательских предприятий, государственных и общественных организаций, мастер – классы экспертов и специалистов по темам «ИК-спектроскопия», «Состояние воды в биологических и модельных системах».

6. Формы промежуточной аттестации

По завершении обучения дисциплины «Аналитическая химия» в IV семестре проводится трехэтапный экзамен с использованием результатов балльно-накопительной системы (приложение 5).

II. Учебная программа дисциплины

1. Содержание дисциплины

Модуль 1. Применение некоторых положений теории растворов электролитов

1.1 Основные понятия, применение методов аналитической химии в фармации, фармацевтический анализ.

Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия: метод анализа вещества, методика анализа, качественный химический анализ, количественный химический анализ, элементный анализ, функциональный анализ, молекулярный анализ, фазовый анализ. Основные разделы современной аналитической химии.

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

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

1.2 Положения теории растворов электролитов и закона действующих масс в аналитической химии.

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

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

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

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

1.4 Кисотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.

Протеолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Определение кислоты и основания. Сопряженная пара «кислота-основание». Протолитическая реакция. Протолитическое равновесие. Амфолиты. Протолитические равновесия в воде. Ионное произведение воды. pH растворов. Характеристика силы слабых кислот. Константа кислотности и ее показатель. Характеристика силы слабого основания. Константа основности и ее показатель. Гидролиз, определение, примеры. Константа гидролиза и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу (3 случая). Буферные системы. Кислотные и основные буферы. Механизм действия буферных систем. pH буфера. Буферная емкость. Реакции катионов II группы (Ag^+ , Hg^{+2} , Pb^{+2}).

Рубежный контроль- тестовые задания, контрольная работа (расчет характеристик чувствительности химических реакций, расчет растворимости малорастворимого электролита, расчет pH слабых электролитов и гидролизующихся солей)

Модуль 2. Редокс - равновесия, равновесия комплексообразования, применение органических реагентов в химическом анализе.

2.1 Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии.

Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные электроды. Потенциалы окислительно-восстановительных электродов: условные (относительные) окислительно-восстановительные потенциалы. Потенциал реакции (электродвижущая сила — ЭДС реакции). Направление протекания окислительно-восстановительной реакции. Влияние концентраций реагентов, pH среды, температуры, присутствия индифферентных ионов на значения окислительно-восстановительных потенциалов и направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций. Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии, в фармацевтическом анализе.

2.2 Равновесия комплексообразования и их роль в аналитической химии.

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

2.3 Применение органических реагентов в аналитической химии.

Реакции, основанные на образовании комплексных соединений. Функционально-аналитические группы в лигандах. Критерии применения внутрикомплексных соединений в аналитической химии (малая растворимость, наличие характерной интенсивной окраски, высокая устойчивость). Примеры использования хелатных комплексных соединений в химическом анализе. Типичные циклообразующие органические лиганды (дитизон, диметилглиоксим, 1-нитрозо-2-нафтол и др.).

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

Рубежный контроль – тестовые задания, контрольная работа (расчет электродных потенциалов, расчет константы неустойчивости и константы устойчивости комплексных соединений)

Модуль 3. Методы разделения и концентрирования веществ, экстракционные равновесия, хроматография в аналитике.

3.1 Методы разделения и концентрирования веществ, экстракционные равновесия, хроматография в аналитике.

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 экстракционных методов в аналитической химии

Жидкостная экстракция, принцип метода. Некоторые основные понятия жидкостной экстракции: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт.

Аналитические реакции катионов четвертой группы.

3.2 Экстракционное равновесие.

Некоторые основные понятия экстракции: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракция. Применение экстракционных методов в аналитической химии. Использование процессов экстракции в фармацевтическом анализе. Закон распределения Нерста. Константа распределения P . Коэффициент распределения D . Степень извлечения (фактор извлечения, процент экстракции) R . Фактор разделения двух веществ S , условия разделения двух веществ. Влияние различных факторов на процессы экстракции. Классификация экстракционных систем.

3.3 Хроматографические методы анализа.

Хроматография, сущность метода. Классификация хроматографических методов анализа. Адсорбционная, хроматография, колоночная хроматография. Принципы и сущность метода ТСХ. Основные понятия ТСХ. Техника эксперимента в ТСХ. Бумажная хроматография, осадочная хроматография: сущность метода и техника эксперимента. Понятие о ситовой хроматографии. Гель-хроматография. Реакции анионов I аналитической группы. **Рубежный контроль**- тестовые задания, контрольная работа (расчет степени извлечения и коэффициента распределения)

Модуль 4. Качественный анализ катионов и анионов.

4.1 Анализ катионов.

Качественный химический анализ. Классификация методов качественного анализа. Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе. Аналитическая классификация катионов по группам. Ограниченность любой классификации катионов. Понятие о сульфидной (сероводородной) классификации катионов. Понятие об аммиачно-фосфатной классификации катионов. Реакции анионов II группы.

4.2 Кислотно-основная классификация катионов.

Кислотно-основная классификация катионов. Аналитические реакции катионов различных групп. Методы анализа смесей катионов всех аналитических групп. Реакции анионов III группы.

4.3 Качественный анализ анионов.

Аналитическая классификация анионов. Ограниченность любой классификации анионов. Аналитические реакции анионов I, II и III групп. Методы анализа смеси анионов различных групп. Анализ смеси катионов и анионов.

Рубежный контроль – тестовые задания.

Модуль 5. Количественный анализ.

5.1 Количественный анализ.

Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Статистическая обработка результатов анализа. Источники погрешностей анализа. Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Систематическая ошибка и процентная систематическая ошибка. Источники систематических ошибок. Способы выявления систематических ошибок. Случайные ошибки. Средняя проба. Отбор пробы.

5.2 Математическая обработка результатов количественного анализа.

Некоторые понятия математической статистики и их определение. Расчет метрологических параметров. Исключения грубых промахов. Представление результатов количественного анализа. Примеры статистической обработки.

Сравнение 2-х методов по воспроизводимости. Сравнение анализа образца двумя методами. Анализ стандартного образца. Применение сравнения 2-х методов по правильности и воспроизводимости.

Рубежный контроль- контрольная работа (расчет метрологических характеристик)

Модуль 6. Гравиметрический анализ.

6.1 Гравиметрический анализ.

Гравиметрия. Определение. Сущность метода. Классификация методов гравиметрии. Основные этапы гравиметрического анализа. Расчет массы навески анализируемой пробы и объема осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю. Взвешивание и растворение навески. Получение осаждаемой формы. Требования, предъявляемые к осаждаемой форме. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Фильтрование и промывание осадка. Получение гравиметрической формы. Требования, предъявляемые к гравиметрической форме.

Рубежный контроль- тестовые задания, контрольная работа (расчет массы гравиметрической формы)

Модуль 7. Титриметрический анализ.

7.1 Химические титриметрические методы анализа.

Основные понятия метода. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Реактивы, применяемые в титриметрии. Способы выражения концентрации растворов в титриметрии. Расчет массы навески и определение концентрации титранта. Метод отдельных навесок и метод пипетирования. Классификация методов титриметрического анализа. Виды титрования. Методы установления конечной точки титрования.

7.2 Кисотно-основное титрование.

Сущность метода. Типы кислотно-основного титрования. Индикаторы метода. Требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам. Теории индикаторов. Интервал изменения окраски индикаторов. Классификация индикаторов. Кривые кислотно-

основного титрования. Расчет и построение кривых. Титрование полипротонных кислот. Ошибки кислотно-основного титрования.

7.3 Окислительно-восстановительное титрование.

Сущность метода. Классификация редокс-методов. Требования, предъявляемые к реакциям. Прямое, обратное и заместительное титрование. Расчет результатов титрования. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторные ошибки. Перманганатометрия. Сущность метода. Условия проведения титрования. Титрант, его стандартизация. Установление ККТ. Применение метода. Дихроматометрия. Иодиметрия. Иодометрия. Хлоридметрия. Иодатометрия. Броматометрия. Бромометрия. Нитритометрия. Цериметрия.

7.4 Комплексиметрическое титрование.

Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям. Классификация методов и их применение. Понятие о комплексонах металлов. Равновесие в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов. Кривые комплексиметрического титрования. Их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования. Индикаторы комплексометрии, принцип их действия. Требования, предъявляемые к индикаторам. Интервал изменения окраски индикаторов. Примеры индикаторов. Титрант метода, его приготовление и стандартизация. Виды титрования. Ошибки метода. Меркуриметрия. Сущность метода. Титрант его приготовления и стандартизация. Индикаторы метода. Применение меркуриметрии.

7.5 Осадительное титрование.

Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация метода. Виды осадительного титрования - прямое и обратное. Кривые титрования, их расчет, построение анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования. Индикаторы метода: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Аргентометрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление и стандартизация. Разновидности метода аргентометрии. Применение метода. Тиоцианатометрия Сущность метода. Титрант, его приготовление и стандартизация. Индикатор метода. Применение метода. Меркуриметрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление и стандартизация. Индикатор метода. Применение. Гексацианоферратометрия. Титрант, его приготовление и стандартизация. Индикатор метода. Способ проведения титрования. Применение. Индикаторные ошибки.

7.6 Титрование в неводных средах.

Ограниченность метода титрования в неводных средах. Сущность метода неводного титрования. Классификация растворителей. Влияние природы растворителя на силу, кислотность или основность растворенного протолита.

Полнота протекания реакции. Фактор, определяющий выбор растворителя. Титрант метода. Определение КТТ. Применение метода.

Рубежный контроль – тестовые задания.

Модуль 8. Инструментальные методы анализа.

8.1 Оптические методы анализа.

Общая характеристика инструментальных (физико-химических) методов анализа, их классификация, достоинства и недостатки. Оптические методы анализа. Общий принцип анализа. Классификация оптических методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по используемой области электромагнитного спектра, по природе энергетических переходов).

Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Сущность метода. Цвет и спектр. Основные законы светопоглощения: закон Бугера—Ламберта, закон Беера, объединенный закон светопоглощения Бугера—Ламберта—Беера. Оптическая плотность (A) и светопропускание (T), связь между ними. Коэффициент поглощения (k) и коэффициент погашения — молярный (Y) и удельный ($E|cm$); связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения ($k=2,3 E$).

Аддитивность оптической плотности, приведенная оптическая плотность. Принципиальная схема получения спектра поглощения.

Понятие о происхождении электронных спектров поглощения; особенности электронных спектров поглощения органических и неорганических соединений.

8.2 Колориметрия, люминисцентный анализ.

Колориметрия Метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления; их сущность, применение в фармации. Фотоколориметрия, фотоэлектроколориметрия: их сущность, достоинства и недостатки, применение. Спектрофотометрия. Сущность метода, 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 вещества: 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. Дифференциальный фотометрический анализ. Сущность метода, способы определения концентраций (расчетный метод, метод градуированного графика).

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

Люминесцентный анализ. Сущность метода. Классификация различных видов люминесценции. Флуоресцентный анализ. Природа флуоресценции. Основные характеристики и закономерности флуоресценции: спектр флуоресценции, закон Стокса—Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый выход флуоресценции, закономерность С.И.Вавилова.

Количественный флуоресцентный анализ: принципы анализа, условия проведения анализа, люминесцентные реакции. Способы определения концентрации вещества (метод градуировочного графика, метод одного стандарта). Применение флуоресцентного анализа.

8.3 Электрохимические методы анализа.

Общие понятия. Классификация электрохимических методов анализа. Методы без наложения и с наложением внешнего потенциала: прямые и косвенные электрохимические методы. Кондуктометрический анализ (кондуктометрия). Принцип метода, основные понятия. Связь концентрации растворов электролитов с их электрической проводимостью. Прямая кондуктометрия. Определение концентрации анализируемого вещества по данным измерения электропроводности (расчетный метод, метод градуированного графика). Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Типы кривых кондуктометрического титрования. Применение кондуктометрического титрования. Потенциометрический анализ (потенциометрия). Принцип метода. Определение концентрации анализируемого вещества в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод

стандартных добавок). Применение прямой потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Кривые потенциометрического титрования (интегральные, дифференциальные, кривые титрования по методу Грана). Применение потенциометрического титрования. Полярографический метод (полярография). Общие понятия, принцип метода. Полярографические кривые, потенциал полуволны, связь величины диффузионного тока с концентрацией. Количественный полярографический анализ; определение концентрации анализируемого вещества (метод градуировочного графика, метод добавок, метод стандартных растворов). Условия проведения полярографического анализа. Применение полярографии.

Рубежный контроль-защита рефератов.

2. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций
Таблица 1. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Коды (номера) модулей (разделов) дисциплины и тем	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Всего часов на контактную работу	Самостоятельная работа студента, включая подготовку к экзамену	Итого часов	Формируемые компетенции	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения	Формы текущего, в т.ч. рубежного контроля успеваемости
	лекции	лабораторные практикумы	экзамен				ОПК-1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.						4			
1.1.	2	6		8	4	12	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
1.2.	2	6		8	5	13	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
1.3.	2	6		8	5	13	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, ЗС
1.4.	2	6		8	5	13	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, Т, КР
2.						5			
2.1.	2	6		8	4	12	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
2.2.	2	6		8	5	13	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
2.3.	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, ЗС
2.4.	2	5		7	5	12	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, Т, КР
3.						5			
3.1.	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
3.2.	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, ЗС
3.3	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, Т, КР
4.						5			
4.1.	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ	С

Продолжение таблицы 1

1	2	3		5	6	7	8	9	10
4.2.	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ, ЗК	С, ЗС
4.3	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ, УИРС	С, Т, Пр
5.						5			
5.1.	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ	С
5.2.	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ, Р	С, КР, Р, Д
6.						5			
6.1.	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ, Р	С, Т, Пр, Р, Д
7.						4			
7.1	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ, Э	С
7.2	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ, Р	С, Р, Д
7.3	2	5		7	4	11	x	ЛВ, ЛП, МГ, О	С, ЗС
7.4	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ, ЗК	С, ЗС
7.5	2	5		7	3	10	x	ЛПК, ЛП, МГ, НПК, Р	С
7.6	2	5		7	3	10	x	ЛВ, ЛП, МГ	С, Т, Пр
8.						3			
8.1	2	5		7	2	9	x	ПЛ, ЛП, МГ, МКР	С, Р, Д
8.2		5		5	7	12	x	ЛВ, ЛП, МГ, Р	С, Р, Д
8.3		5		5	7	12	x	ЛВ, ЛП, МГ, Р	С, КР, Р, Д
Экзамен					36	36			
ИТОГО:	48	136		184	140	324			

Список сокращений (образовательные технологии, способы и методы обучения): лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), лабораторный практикум (ЛП), мастер-класс (МК), метод малых групп (МГ), участие в научно-практических конференциях (НПК), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка и защита рефератов (Р), экскурсии (Э), занятие-конференция(ЗК).

Формы текущего и рубежного контроля успеваемости: Т – тестирование, Пр – оценка освоения практических навыков (умений), ЗС – решение ситуационных задач, КР – контрольная работа, Р – написание и защита реферата, С – собеседование по контрольным вопросам, Д – подготовка доклада и др.

III. Фонд оценочных средств для контроля уровня сформированности компетенций

Оценочные средства для текущего, в т.ч. рубежного контроля успеваемости

Оценочные средства для текущего контроля

Примеры заданий в тестовой форме

Инструкция: Укажите один вариант правильного ответа.

1. Какой катион I группы дает с реактивом Несслера красно-бурый осадок:

- 1) NH_4^+
- 2) Na^+
- 3) K^+
- 4) Li^+

Ответ: 1

Обоснование: соли аммония реагируют с реактивом Несслера согласно уравнению: $\text{NH}_3 + 2[\text{HgI}_4]^{2-} + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{O}]\text{I} + 7\text{I}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

2. Хлорид какого катиона II группы растворяется в горячей воде:

- 1) Ag^+
- 2) Ca^{+2}
- 3) Pb^{+2}
- 4) Hg_2^{+2}

Ответ: 3

Обоснование: В горячих водных растворах подвергается гидролизу до основной соли: $\text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbOHCl} + \text{HCl}$

3. Какие катионы III группы дают с раствором NaOH белый осадок, растворимый в воде:

- 1) Ba^{+2} и Ca^{+2}
- 2) Sr^{+2}
- 3) Sr^{+2} и Ba^{+2}
- 4) все катионы

Ответ: 4

Обоснование: все катионы III аналитической группы с раствором щелочи образуют растворимые в воде основания.

Оценочные средства для рубежного контроля включают в себя контрольные вопросы для собеседования и тестовые задания

Примеры контрольных вопросов для собеседования:

- 1. Какие существуют типы аналитических реагентов? Приведите примеры.
- 2. Как влияет добавление посторонних электролитов на растворимость малорастворимых электролитов?

3. Что называют окислительно-восстановительным электродом? Какие существуют разновидности окислительно-восстановительных электродов?
4. Какие окислительно-восстановительные реакции используют для открытия анионов (BrO_3^- , AsO_4^-)?
5. Какие техники эксперимента используют в хроматографии?

Критерии оценки при собеседовании:

Оценка «**ОТЛИЧНО**» выставляется за полный и правильный ответ на вопрос. Допустимое число незначительных замечаний и недочетов – не более одного.

Оценка «**ХОРОШО**» выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ на вопрос, при наличии 2 незначительных замечаний (недочетов).

Оценка «**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**» выставляется за неполный, неточный ответ на вопрос, при наличии одной грубой ошибки или 3-4 незначительных замечаний (недочетов).

Оценка «**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**» выставляется:

- 1) за полное отсутствие ответа на вопрос;
- 2) при наличии двух грубых ошибок или более пяти незначительных замечаний (недочетов);
- 3) при обнаружении шпаргалок.

Примеры заданий в тестовой форме.

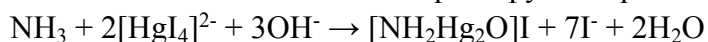
Инструкция: Укажите один правильный ответ

1. Какой катион I группы дает с реактивом Несслера красно-бурый осадок:

- 1) NH_4^+
- 2) Na^+
- 3) K^+
- 4) Li^+

Ответ: 1

Обоснование: соли аммония реагируют с реактивом Несслера согласно уравнению:

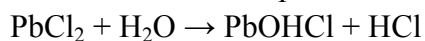


2. Хлорид какого катиона II группы растворяется в горячей воде:

- 1) Ag^+
- 2) Ca^{+2}
- 3) Pb^{+2}
- 4) Hg_2^{+2}

Ответ: 3

Обоснование: В горячих водных растворах подвергается гидролизу до основной соли:



3. Какие катионы III группы дают с раствором NaOH белый осадок, растворимый в воде:

- 1) Ba^{+2} и Ca^{+2}
- 2) Sr^{+2}
- 3) Sr^{+2} и Ba^{+2}
- 4) все катионы

Ответ: 4

Обоснование: все катионы III аналитической группы с раствором щелочи образуют растворимые в воде основания.

Примеры задач для рубежного контроля.

Задача 1

При открытии катионов кальция Ca^{2+} реакцией с сульфат-ионами SO_4^{2-} в водном растворе по образованию белого малорастворимого мелкокристаллического осадка сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Предел обнаружения (открываемый минимум) равен $m=0.04\text{мкг}=0,04\gamma$, а предельное разбавление $V_{\text{lim}}=1,25 \cdot 10^6 \text{мл/г}$.

Рассчитайте предельную концентрацию c_{lim} и минимальный объем V_{min} предельно разбавленного раствора.

Дано:

$$m=0.04\text{мкг}=0,04\gamma$$

$$V_{\text{lim}}=1,25 \cdot 10^6 \text{мл/г}$$

$$c_{\text{lim}}=?$$

$$V_{\text{min}}=?$$

Решение:

$$c_{\text{lim}} = \frac{1}{V_{\text{lim}}} = \frac{1}{1250000} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ г/мл}$$

$$m = c_{\text{lim}} \cdot V_{\text{min}} \cdot 10^6 \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{\text{min}} = \frac{m}{c_{\text{lim}} \cdot 10^6} = \frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ г}}{8 \cdot 10^{-7} \text{ г/мл}} = \\ 0,5 \cdot 10^{-1} = 0,05 \text{ мл}$$

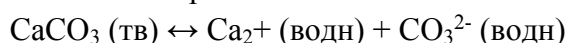
$$\text{Ответ: } 8 \cdot 10^{-7} \text{ г/мл; } 0,05 \text{ мл}$$

Задача 2

Вычислите массу карбоната кальция, находящуюся в его насыщенном растворе объемом 2,5 л.

Решение:

Карбонат кальция является сильным, но малорастворимым электролитом; в насыщенном растворе устанавливается равновесие:



Обозначим концентрацию ионов кальция в растворе через S , тогда

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = [\text{CaCO}_3 (\text{водн})] = S$$

Примем, что ионная сила разбавленного раствора равна нулю; тогда $f(\text{Ca}^{2+}) = f(\text{CO}_3^{2-}) = 1$ и активности ионов можно приравнять концентрациям. Значение константы растворимости карбоната кальция выразим через S :

$$K_s^0(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = S^2,$$

Откуда:

Произведение растворимости равна $3,8 \cdot 10^{-9}$. Масса карбоната кальция, содержащегося в растворе, будет равна:

$$m(\text{CaCO}_3) = V(p-p) \cdot M(\text{CaCO}_3) \cdot c(\text{CaCO}_3)$$

Подставим в это выражение концентрацию CaCO_3 , выраженную через K_s^0 :

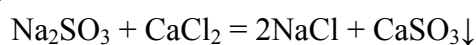
Расчет массы малорастворимого вещества, находящегося в растворе известного объема в присутствии одноименного иона.

Задача 3

Вычислите массу хлорида кальция, которую следует добавить к водному раствору сульфита натрия с концентрацией 0,001 моль/л объемом 100 мл для образования осадка.

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Осадок образуется, если выполняется термодинамическое условие: $P_c > K_s^0$ или $c(\text{Ca}^{2+})c(\text{SO}_3^{2-}) > K_s^0(\text{CaSO}_3)$, отсюда

Значение $K_s^0(\text{CaCO}_3)$ равно $3,2 \cdot 10^{-7}$. Подставляя известные по условию задачи величины и значение $K_s^0(\text{CaCO}_3)$, находим массу хлорида кальция, которую нужно добавить к водному раствору сульфита натрия:

Выяснение возможности выпадения осадка.

Критерии оценивания расчетных задач

Ответы на все задачи оцениваются в баллах в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 2. Количество баллов, выставаемых за каждую задачу

№ задачи	Количество баллов, выставаемых за каждую задачу			
	Все написано правильно и нет исправлений преподавателей	Все написано, но правильный ответ не получен	Написаны только формулы	Ответ полностью отсутствует или все написано неправильно
№ 1	3	2	0,5	0
№ 2	3	2	0,5	0
№ 3	3	2	0,5	0

ТЕМЫ РЕФЕРАТИВНЫХ ДОКЛАДОВ

1. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра.
2. Люминесцентный анализ.
3. Газовая (газожидкостная и газoadсорбционная) хроматография.
4. Жидкостная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография.
5. Кондуктометрический анализ.
6. Потенциометрический анализ.
7. Полярографический анализ.
8. Амперометрическое титрование.
9. Понятие об электрографиметрическом анализе. Кулонометрический анализ.

Критерии оценки реферативных докладов:

Оценка **«ОТЛИЧНО»** выставляется за правильное и полное раскрытие темы реферата. При написании реферата необходимо использовать рекомендованную и дополнительную литературу.

Оценка **«ХОРОШО»** выставляется при недостаточном раскрытии темы реферата и использовании только рекомендованной литературы.

Оценка **«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** выставляется за неполное, неточное раскрытие темы реферата и использование только Интернет-ресурсов.

Оценка **«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** выставляется при невыполнении реферата.

Перечень практических навыков (умений), которые необходимо освоить студенту:

В процессе прохождения курса химии у студентов должны быть сформированы следующие навыки:

1. Самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы;
2. Безопасно работать в химической лаборатории и уметь обращаться с химической посудой, реактивами, работа со спиртовками и электрическими;
3. Работа с пробирками и мерной посудой (пипетками, бюретками);
4. Определение pH раствора с помощью универсального индикатора;
5. Качественный анализ катионов и анионов по кислотно-основной классификации;
6. Анализ сухой соли на присутствие неизвестных анионов и катионов;
7. Количественное определение массы искомого компонента методом гравиметрии;
8. Количественное определение искомого компонента методами титриметрического анализа;
9. Экстрагирование вещества из водной фазы органическим растворителем;

10. Обработка, анализ и обобщение результатов физико-химических наблюдений и измерений.

Критерии оценки выполнения практических навыков:

Освоение практических навыков обучающимся оценивается по результатам оформления лабораторного журнала по следующим критериям:

11. Корректность выводов по результатам экспериментов
12. Своевременность оформления
13. Аккуратность

Фонд оценочных средств для проверки уровня сформированности компетенций по итогам освоения дисциплины для каждой формируемой компетенции создается в соответствии с образцом, приведенным в Приложении № 1.

IV. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а). Основная литература:

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970429419.html>

б). Дополнительная литература:

1. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьев В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ, Физико-химические методы анализа: практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970421994.html>
2. Аналитическая химия: учебно-методическое пособие для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования (специалитет) по специальности «Фармация» [Электронный ресурс] / Твер. гос. мед. унив.; под ред. Г.М. Зубаревой. – Тверь:, 2018 г. 1 эл. опт. д. (CD-ROM).
3. Аналитическая химия: рабочая тетрадь для лабораторных работ для студентов, обучающихся по специальности «Фармация» [Электронный ресурс] / Твер. гос. мед. унив.; под ред. Г.М. Зубаревой. – Тверь :, 2018 г. 1 эл. опт. д. (CD-ROM).

в). Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека сайта «chemweek.ru»- <http://www.chemweek.ru/books/>
2. Электронная библиотека сайта «chemnet» - <http://www.Chem.msu.ru/rus/elibrary/>

2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бордина Г.Е., Лопина Н.П. Аналитическая химия / учебно-методическое пособие для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности «Фармация». – Тверь, 2016.

2. Зубарева Г.М., Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Полякова Л.Т. Аналитическая химия. Часть II. Количественный анализ // [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности «Фармация». – Тверь, 2020.

3. Зубарева Г.М., Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Полякова Л.Т. Аналитическая химия // рабочая тетрадь для лабораторных работ для студентов обучающихся по специальности «Фармация». – Тверь, 2020.

3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и электронные образовательные ресурсы:

- Электронный справочник «Информо» для высших учебных заведений (www.informuo.ru);
- Электронный библиотечный абонемент Центральной научной медицинской библиотеки Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова // <http://www.emll.ru/newlib/>;
- Информационно-поисковая база Medline (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>);
- База данных «Российская медицина» (<http://www.scsml.rssi.ru/>)
- Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации // <https://minzdrav.gov.ru/>;
- Российское образование. Федеральный образовательный портал. // <http://www.edu.ru/>;
- Клинические рекомендации: <http://cr.rosminzdrav.ru/>;
- Электронный образовательный ресурс Web-медицина (<http://webmed.irkutsk.ru/>)

4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

4.1. Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office 2016:
 - Access 2016;
 - Excel 2016;
 - Outlook 2016;
 - PowerPoint 2016;

- Word 2016;
- Publisher 2016;
- OneNote 2016.
- 2. ABBYY FineReader 11.0
- 3. Карельская Медицинская информационная система К-МИС
- 4 Программное обеспечение для тестирования обучающихся SunRAV TestOfficePro
- 5. Программное обеспечение «Среда электронного обучения 3KL»
- 6. Компьютерная программа для статистической обработки данных SPSS
- 7. Экспертная система обнаружения текстовых заимствований на базе искусственного интеллекта «Руконтекст»
- 8. Справочно-правовая система Консультант Плюс

4.2. Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС):

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (www.studmedlib.ru);
2. Справочно-информационная система MedBaseGeotar (mbasegeotar.ru)
3. Электронная библиотечная система «elibrary» (<https://www.elibrary.ru/>)

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (приложение № 2).

1. Бордина Г.Е., Лопина Н.П. Аналитическая химия / учебно-методическое пособие для обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности «Фармация». – Тверь, 2016.

2. Зубарева Г.М., Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Полякова Л.Т. Аналитическая химия. Часть II. Количественный анализ // [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности «Фармация». – Тверь, 2020.

3. Зубарева Г.М., Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Полякова Л.Т. Аналитическая химия // рабочая тетрадь для лабораторных работ для студентов обучающихся по специальности «Фармация». – Тверь, 2020.

V. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (приложение № 2)

VI. Научно-исследовательская работа студента

При изучении дисциплины «Аналитическая химия» используются следующие виды научно-исследовательской работы студентов:

1. Изучение специальной литературы
2. Подготовка и выступление с докладом на конференции
3. Подготовка к публикации статьи, тезисов

Научные направления кружка СНО кафедры химии разнообразны. Направления теоретической секции включают в себя:

- рассмотрение биологических процессов, лекарств и методов лечения с химических позиций;
- изучение применения химических знаний в медицинской практике;

Научными направлениями экспериментальной секции являются:

- ♦ физико-химический анализ биологических сред;
- ♦ физико-химический анализ модельных растворов;
- ♦ изучение химических взаимодействий и свойств лекарственных препаратов.

VII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины представлены в Приложении № 3

**Фонды оценочных средств
для проверки уровня сформированности компетенций для промежуточной аттестации по
итогам освоения дисциплины**

ОПК – 1 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

ИД_{ОПК-1.2} Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного сырья и биологических объектов.

ИД ОПК 5.1 Знать: основные законы, лежащие в основе аналитической химии, основные положения теории ионных равновесий применительно к реакциям кислотно-основного, окислительно-восстановительного, осадительного и комплексообразующего характера, методы разделения веществ (химические, хроматографические, экстракционные), виды титрования. Уметь: пользоваться химическим оборудованием, выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа, строить кривые титрования, проводить разделение катионов и анионов химическими и физико-химическими (хроматографическими) методами. Владеть: статистической обработкой экспериментальных данных, методиками качественного и количественного анализа.

Задания комбинированного типа с выбором верного ответа и обоснованием выбора из предложенных

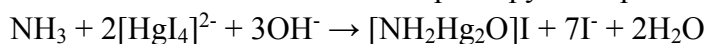
Выберите один правильный ответ

1. Какой катион I группы дает с реактивом Несслера красно-бурый осадок:

- 1) NH_4^+
- 2) Na^+
- 3) K^+
- 4) Li^+

Ответ: 1

Обоснование: соли аммония реагируют с реактивом Несслера согласно уравнению:

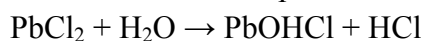


2. Хлорид какого катиона II группы растворяется в горячей воде:

- 1) Ag^+
- 2) Ca^{+2}
- 3) Pb^{+2}
- 4) Hg_2^{+2}

Ответ: 3

Обоснование: В горячих водных растворах подвергается гидролизу до основной соли:



3. Какие катионы III группы дают с раствором NaOH белый осадок, растворимый в воде:

- 1) Ba^{+2} и Ca^{+2}
- 2) Sr^{+2}
- 3) Sr^{+2} и Ba^{+2}
- 4) все катионы

Ответ: 4

Обоснование: все катионы III аналитической группы с раствором щелочи образуют растворимые в воде основания.

Задания открытой формы

1. Графическую зависимость pH от объема титранта называют _____.
2. Вещество выпадает в осадок, если произведение концентраций его ионов _____ произведение растворимости.
3. Катионы щелочных металлов и катион аммония относятся к _____ аналитической группе.

Ситуационные задачи

Задача 1. Какой из трех индикаторов следует выбрать для фиксации КТГ при титровании раствора аммиака стандартным раствором соляной кислоты?

	pT	Интервал перехода
1. Метилоранжевый	4,0	3,2-4,4
2. Тимолфталейн	10,0	9,4-10,6
3. Алizarин	11,0	9,7-11,8

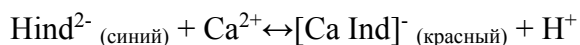
Решение:

КТГ при титровании слабого основания сильной кислоты лежит в слабокислой области. На вертикальную часть кривой титрования (скачек) укладывается только pT метилоранжа.

Задача 2. В двух пробирках содержится алиquotы воды: в одной- дистиллированная вода, в другой- водопроводная вода. В обе пробирки добавлены по 1 мл аммонийного буфера (pH = 9,2) и на кончике шпателя внесли небольшое количество индикатора эриохрома черного Т (H₃Ind). В одной пробирке жидкость приобрела синюю окраску, в другой – красную. В какой из пробирок содержалась водопроводная вода?

Решение:

Эриохром черный $T(H_3Ind) \leftrightarrow 2H^+ + HInd^{2-}$ в водном растворе имеет синий цвет. Водопроводная вода содержит ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} :



В пробирке с водопроводной водой индикатор приобретает красную окраску.

Задача 3. Самым распространённым в комплексометрии титрантом является раствор ЭДТА. Как приготовить рабочий 0,5 М раствор из трилона Б $Na_2H_2L \cdot H_2O$ объёмом 2 л и провести его стандартизацию?

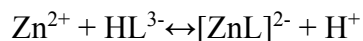
($M_{ЭДТА} = 372,24$ г/моль)

Решение:

$$C_m = m / M \cdot V$$

$$m_{ЭДТА} = C \cdot M \cdot V = 0,05 \cdot 372,24 \cdot 2 = 37,224 \text{ (г)}$$

На аналитический весов берёт навеску трилона Б $m = 37,224$ г. С помощью воронки переносят в двухлитровую мерную колбу, приливают 300-400 мл тёплой дистиллированной воды и перемешивают до растворения. Затем объём раствора в колбе доводят дистиллированной водой до метки и фильтруют готовый раствор в склянку для хранения. Стандартизацию производят в аммонийном буфере ($pH = 9,2$) раствором $MgSO_4$ или $ZnSO_4$, приготовленным из фиксанала в присутствии индикатора эриохрома черного Т. При расчетах следует учитывать, что 0,1 N растворы $MgSO_4$ и $ZnSO_4$ теоретически являются пятисантимолярными. Взаимодействие лиганда с металлом протекает по схеме:



Т.е. в молярном соотношении 1:1.

Контрольные вопросы

1. Как происходит отделение и открытие катионов второй аналитической группы?
2. Каким образом можно по величине окислительно-восстановительного потенциала реакции определить направление протекания реакции?
3. Какие окислительно-восстановительные реакции используют в фармацевтическом анализе?

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие между катионом металла и цветом пламени горелки

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) K^+ | А) желто-зеленое |
| 2) Na^+ | Б) фиолетовое |
| 3) Li^+ | В) желтое |
| 4) Ba^{2+} | Г) красное |
| | Д) голубое |

Ответ: 1Б 2В 3Г 4А

2. Установите соответствие номера группы катионов по кислотно-основному методу и групповым реактивом

- | | |
|--------|--|
| 1) II | А) серная кислота |
| 2) III | Б) соляная кислота |
| 3) IV | В) раствор аммиака |
| 4) V | Г) раствор NaOH в присутствии H_2O_2 |
| | Д) нет группового реагента |
| | Е) раствор NaOH |

Ответ: 1Б 2А 3Г 4Е

3. Установите соответствие между методом анализа и его характеристикой.

- | | |
|---------------------------|---|
| 1) гравиметрический | А) основан на измерении объемов растворов |
| 2) титриметрический | Б) основан на измерении массы |
| 3) спектрофотометрический | В) основан на измерении электродного потенциала |
| 4) потенциометрический | Г) основан на измерении интенсивности света |

Ответ: 1Б 2А 3Г 4В

Задания закрытого типа на установления последовательности

Задание 1

Для гравиметрического определения сульфат-анионов в составе BaSO_4 необходимо:

1. Отфильтровать осадок, промыть и прокалить
2. Внести раствор BaCl_2 в анализируемый раствор
3. Взвесить тигель до и после получения осадка
4. Наблюдать выпадение осадка сульфата бария
5. Растворить образец, содержащий ионы SO_4^{2-}

Ответ: 52413

Задание 2

Для спектрофотометрического определения концентрации сульфата меди в растворе нужно:

1. Построить градуировочный график по данным стандартных растворов
2. Подготовить серию стандартных растворов известной концентрации
3. Измерить оптическую плотность исследуемого раствора
4. Приготовить раствор анализируемого вещества
5. Определить концентрацию по графику

Ответ: 21435

Задание 3

Для определения ионов меди (II) в составе хелатного комплекса методом заместительного йодометрического титрования.

1. Добавить избыток стандартизованного раствора йодида калия (KI) к анализируемому раствору
2. Взять аликвоту раствора, содержащего ионы меди
3. Добавить крахмал ближе к эквивалентной точке (при побледнении раствора)

4. Оставить в темном месте на 10 минут для выпадения белого осадка CuI и выделение йода
5. Вычислить концентрацию Cu^{2+} по количеству израсходованного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
6. Оттитровать высвободившийся йод раствором тиосульфата натрия

Ответ: 214635

Практико-ориентированные задания

Задание 1

В лабораторию на анализ поступил раствор сульфата натрия неизвестной концентрации.

1. С помощью какого реактива можно провести качественную реакцию на сульфат натрия?
2. Какой способ количественного определения предпочтителен для сульфата натрия?

Эталон ответа:

1. Хлорид бария.
2. Гравиметрия

Задание 2

В производственной аптеке в отдел контроля качества поступил раствор аскорбиновой кислоты.

1. С помощью какого метода можно провести количественное определение данного раствора аскорбиновой кислоты?
2. Присутствие каких посторонних веществ может мешать количественному определению аскорбиновой кислоты?

Эталон ответа:

1. Йодометрия
2. Иные вещества-восстановители

Задание 3

При подготовке к анализу рифаксими́на методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) лаборант оставил приготовленный раствор на свету.

1. Будет ли световое излучение влиять на результат анализа и почему?
2. Какие меры необходимо предпринять для получения достоверных результатов анализа?

Эталон ответа:

1. Будет, так как рифаксимин является светочувствительным веществом
2. Хранить приготовленный раствор в темном месте или в таре из темного стекла.

Справка

о материально-техническом обеспечении рабочей программы дисциплины

«Аналитическая химия»

№ п\п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	314	Весы ВЛР-200 г (1 шт.), Компьютер в компл. INT Allegro (1 шт.), Монометр рх-150 МИ (1 шт.), Принтер HP Laser Jet Pro p 1102 (1 шт.), Стол компьютерный (1 шт.), Стол рабочий одностумбовый (2 шт.), Тумбочка мобилыаня (2 шт.), Тумба подкатная (1 шт.), Шкаф вытяжной (2 шт.), Шкаф для документов закрытый (1 шт.), Электропечь ЧНОЛ-1,4,2,5.1/12,5-И1 (1 шт.)
2	315	Баннерный стенд «периодическая таблица Менделеева»(1 шт.), Доска магнитно-меловая(1 шт.), Жалюзи рулонные Альфа ВО (3 шт.), Источник питания (1шт.), Мобильная стойка для LCD (1 шт.), Мультимедиапроектор Epson EB-X6 (1 шт.), Телевизор LED BBK 65 (1 шт.), Шкаф вытяжной (1 шт.), Ноутбук Satellite A-300-1JJ (1 шт.)
3	316	Баннерный стенд «периодическая таблица Менделеева»(1 шт.), Баня лаб.комбинир БКЛ(1 шт.), Весы лабораторные Ohaus (1 шт.), Ионномер лабор И160 МИ (1 шт.), Колориметр КФК-2 (1 шт.), Мобильная стойка для LCD (1 шт.), Облучатель-рециркулятор воздуха ультрафиолетовый бактерицидный (1 шт.), Плита электр.наст. Energi EN-901B (1 шт.), Стол антивибрационный весовой СОВЛАБ (1 шт.), Стол лабораторный высокий СОВЛАБ 1000,1200 (1 шт.), Стол остр.физический СОВЛАБ 1200 Офкл (6 шт.), Стол рабочий одностумбовый (6 шт.), Столы палаточные (1 шт.), Стул см-12 (5 шт.),

		Табурет промышленный винтовой с круглым сидением (24 шт.), Телевизор LED TLC 55C715 серый (1 шт.), Термостат (1 шт.) Тумба под мойку 50*60 бук (2 шт.) Шкаф вытяжной Mod 1200 (1 шт.) Шкаф для приборов СОВЛАБ 400,800 (3 шт.) Шкаф сушильный (1 шт.) Шкаф ШС-80/сухожаровой/ (1 шт.)
4	319	Доска передвижная ДП-12 (1 шт.) Компьютер Премиум (1 шт.) Кондиционер Ballu (1 шт.) Принтер/копир/сканер HP LJ (1 шт.) Кресло Престиж (2 шт.) Спектральный комплекс на базе Ик-Фурье спекометра д/анализа фармацев. и биохим. образцов (1 шт.) Стол рабочий (3 шт.) Тумба выкатная (3 шт.) Шкаф платяной (8 шт.)
5	321	Стол палаточный (1 шт.) Тумба подкатная (1 шт.) Шкаф вытяжной (1 шт.) Весы аналитические(1 шт.)

Лист регистрации изменений и дополнений на _____ учебный год

в рабочую программу дисциплины «Аналитическая химия»

для обучающихся 2 курса

направление подготовки: Фармация

форма обучения: очная

Изменения и дополнения в рабочую программу дисциплины рассмотрены на заседании кафедры « _____ » _____ 202__ г.

(протокол № _____)

Зав. кафедрой _____ (ФИО)

подпись

Содержание изменений и дополнений

№ п/п	Раздел, пункт, номер страницы, абзац	Старый текст	Новый текст	Комментарий
<i>Примеры:</i>				
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				

Приложение № 4

ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения России

Кафедра химии

ПАСПОРТ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТА (в баллах)

Ф.И.О. _____
Факультет **фармацевтический**
Группа _____

Разработали паспорт: д.б.н., проф. Г.М.Зубарева, к.б.н., доцент Г.Е.Бордина, к.х.н., доцент Н.П.Лопина

**Тверь
2026**

Учебный год (2026-2027)

1 семестр

1. **Текущий контроль** (теория, решение расчетных и ситуационных задач) Итоговая оценка:
2. **Оформление лабораторного журнала**
Итоговая оценка:
3. **Практические навыки (открытие ионов в смеси и открытие неизвестной соли)**
Итоговая оценка:
4. **Закрепление практических навыков**

Итоговая оценка:

№ п/п	1	2	3	4	ИТОГО
Максимально возможное кол-во баллов	15	5	15	5	40
Кол-во приобретенных баллов					

ИТОГО:

Нормативный рейтинг 40 балла

37-40 балла оценка «Отлично»

33-36 баллов оценка «Хорошо»

29-32 баллов оценка «Удовлетворительно»

Студенты, набравшие менее 29 баллов обязаны, сдавать экзамен по дисциплине «Химия»

Отработки пропущенных лабораторно-практических занятий по уважительной причине оцениваются в баллах занятия, без уважительной причины – минус 50% от баллов занятия. Отработки теории и тестов проводятся письменно.

Пропуски лабораторно-практических занятий без отработок со справкой из деканата оцениваются в 4 балла.

Бонусы

Для поощрения активно работающих студентов в конце семестра начисляются бонусы. Это премиальные баллы, которые не являются обязательными и могут суммироваться только с проходным рейтингом.

- Стендовый доклад СНО на кафедральных заседаниях – 5 баллов.
 - Работа в экспериментальной секции СНО – 10 баллов.
 - Доклад на итоговой конференции СНО на кафедре – 5 баллов
 - Выступление на секционном заседании итоговой конференции СНО ТГМУ – 10 баллов
 - Диплом победителя на итоговой внутривузовской конференции СНО – 10 баллов
- Списки студентов СНО с темами согласовываются и утверждаются зав.кафедрой с октября по ноябрь. В кружок СНО принимаются студенты, не пропускающие практических занятий и занимающиеся на 4-5.

Штрафы

Начисляются в конце семестра:

- Пропущенная без уважительной причины лекция – (минус) 3 баллов.

Личная подпись студента

Подпись преподавателя

Подпись заведующей кафедрой / профессор Г.М.Зубарева/