

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
В.В. Кружаев

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

«__» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

| Перечень сведений о рабочей программе дисциплины | Учетные данные |
|--|--|
| Образовательная программа Аналитическая химия | Код ОП 04.06.01/14.02 |
| Направление подготовки Химические науки | Код направления и уровня подготовки 04.06.01 |
| Уровень подготовки Подготовка кадров высшей квалификации | |
| ФГОС ВО | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 869 от 30.07.2014 г., с изменениями и дополнениями № 464 от 30.04.2015 г. |

Екатеринбург, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Структурное подразделение | Подпись |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------|
| 1 | Неудачина Людмила Константиновна | к.х.н., доцент | зав. кафедрой | Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ | |
| 2 | Подкорытов Анатолий Леонидович | к.х.н., доцент | доцент | Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ | |
| 3 | Буянова Елена Станиславовна | к.х.н., доцент | доцент | Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ | |
| 4 | Лакиза Наталья Владимировна | к.х.н. | доцент | Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды ИЕНиМ | |
| 5 | Сараева Светлана Юрьевна | к.х.н. | доцент | Кафедра аналитической химии ХТИ | |

Рекомендовано Методическим советом УрФУ

протокол № ____ от _____

Председатель Методического Совета УрФУ

Е.В. Вострцова

Согласовано:

Начальник ОПНПК

О.А. Неволлина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Аналитическая химия» способствует освоению основных профессиональных компетенций и их компонентов и направлена на углубленное изучение базовых разделов аналитической химии: основ химического анализа сложных объектов, особенностей методов их растворения и разложения и составления оптимальных схем анализа.

1.2. Язык реализации дисциплины — русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к разделу Б.1 вариативной части ОХОП направления аспирантуры и направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3);

- профессиональные компетенции:

научно-исследовательская деятельность в области химии и смежных наук:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.02 Аналитическая химия (ПК-1);
- готовность представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научных конференциях, рецензировать и редактировать научные статьи (ПК-2);
- способность и готовность осуществлять деятельность, направленную на подготовку и получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области аналитической химии (ПК-3);

преподавательская деятельность в области химии и смежных наук:

- способность и готовность к педагогической деятельности в области профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования, дополнительного профессионального образования, профессиональных образовательных организациях (ПК-4).
- способность осуществлять разработку образовательных программ и учебно-методических материалов (ПК-5).

1.4. Объем дисциплины

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|----------|--|------------------|------------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.) | 6 |
| 1. | Аудиторные занятия | 4 | 4 | 4 |
| 2. | Лекции | 4 | 4 | 4 |
| 3. | Практические занятия | 0 | 0 | 0 |
| 4. | Лабораторные работы | 0 | 0 | 0 |
| 5. | Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации | 90 | 0,6 | 90 |
| 6. | Промежуточная аттестация | Экзамен | 0,33 | Экзамен |
| 7. | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 4,93 | 108 |
| 8. | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание |
|-------------------------|--|--|
| P1 | Введение. | Основные аналитические проблемы. Виды анализа: элементный, функциональный, структурный, изотопный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические и физические методы анализа. Основные этапы в развитии аналитической химии. Работы русских и зарубежных ученых, заложивших основы качественного и количественного анализа. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии |
| P2 | Метрологические основы химического анализа | Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Основные характеристики метода анализа: точность, правильность, |

| | | |
|-----------|--|---|
| | | <p>повторяемость и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.</p> <p>Погрешности систематические и случайные. Способы оценки правильности: стандартные образцы состава, анализ независимыми методами, метод добавок, анализ искусственных смесей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных погрешностей, t и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал. Обнаружение и исключение промахов.</p> <p>Элементарный дисперсионный анализ: сравнение найденного среднего с истинным (действительным) значением измеряемой величины, сравнение дисперсий, сравнение средних для двух серий измерений. Распространение погрешностей на вычисления.</p> |
| Р3 | Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. | <p>Проблемы пробоотбора. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом.</p> <p>Пробоподготовка. Основные способы перевода проб в форму, необходимую для данного вида анализа. Особенности разложения органических соединений. Способы устранения загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.</p> |
| Р4 | Равновесие кислотно-основных реакций. | <p>Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Понятие о кислоте и основании Бренстеда. Типы кислот и оснований. Роль растворителя в процессе ионизации. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Типы растворителей. Константы ионизации сопряженных кислоты и основания. Протолитические равновесия в водных растворах. Константа автопротолиза воды. Понятие о pH растворов. Шкала pH.</p> <p>Вычисление равновесных концентраций частиц в водных растворах кислот и оснований. Вычисление pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Понятие о буферных растворах. Механизм действия буферных растворов. Вычисление pH и концентрации ионов водорода буферных растворов, образованных слабой кислотой и сопряженным ей основанием и слабым основанием и сопряженной ему кислотой. Буферная емкость. Влияние концентрации компонентов буферной смеси и величины константы ионизации на буферную емкость. Вычисление буферной емкости. Вычисление pH и концентрации ионов водорода в водных растворах многопротонных кислот и оснований. Вычисление равновесных концентраций анионов в растворах одно-, двух- и многопротонных кислот (оснований) при заданном значении pH. Мольная доля</p> |

| | | |
|----|-------------------------------|---|
| | | <p>аниона. Построение распределительных и концентрационно-логарифмических диаграмм для растворов кислот и оснований. Равновесия в растворах амфолитов. Кислые соли многопротонных кислот как представители амфолитов. Расчет pH в водных растворах кислых солей. Соли многопротонных кислот как компоненты буферных растворов. Вычисление концентрации ионов водорода и pH в растворах смесей кислот и оснований</p> |
| P5 | Кислотно-основное титрование. | <p>Общие вопросы титриметрического анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе: титр, молярность, нормальность, титр рабочего раствора по определяемому веществу. Вычисление концентраций растворов при разбавлении и смешивании. Переход от одних способов выражения концентраций к другим. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Химические и физико-химические методы установления конечной точки титрования. Приготовление титрованных растворов и их стандартизация. Требования к первичным стандартам для установки титров. Фиксаналы. Метод отдельных навесок и метод пипетирования. Аналитические весы. Принцип устройства и правила взвешивания. Мерная посуда для грубого измерения объемов: мензурки, мерные цилиндры, мерные пробирки, правила их использования. Мерная посуда для точного измерения объемов: мерные колбы, пипетки, бюретки. Устройство и правила работы с каждым видом посуды. Калибровка и проверка вместимости мерной посуды. Вычисление результатов титриметрического анализа.</p> <p>Основные положения кислотно-основного титрования. Понятие о кривых титрования. Интегральные и дифференциальные кривые титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых протолитов, смесей кислот (оснований), многопротонных кислот. Влияние концентрации реагентов, величины константы ионизации слабого протолита на форму кривых титрования.</p> <p>Способы установления конечной точки в кислотно-основном титровании. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория действия кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования. Смешанные индикаторы. Выбор индикатора по кривым титрования. Метилоранжевый и фенолфталеин как типичные представители кислотно-основных индикаторов. Погрешности титрования с кислотно-основными индикаторами: систематические и</p> |

| | | |
|----|---------------------------------------|---|
| | | <p>случайные. Индикаторные погрешности: водородная, гидроксидная, щелочная и кислотная. Случайные погрешности кислотно-основного титрования. Пути уменьшения погрешности анализа при титровании.</p> <p>Приготовление и установка концентрации рабочих растворов хлороводородной кислоты и гидроксида натрия. Использование кислотно-основного титрования в количественном анализе</p> |
| Р6 | Комплексонометрический метод анализа. | <p>Физико-химическая характеристика комплексных соединений. Общая характеристика комплексных соединений. Номенклатура комплексных соединений. Комплексы с моно- и полидентатными лигандами. Равновесия в растворах комплексов с монодентатными лигандами. Ступенчатость процесса комплексообразования. Ступенчатые и общие константы образования комплексных частиц. Константы нестойкости. Термодинамические и реальные константы устойчивости и нестойкости. Вычисление равновесных концентраций свободного (незакомплексованного) центрального иона и комплексных частиц при заданном значении концентрации лиганда. Мольные доли соответствующих частиц.</p> <p>Равновесия в растворах комплексов с полидентатными лигандами. Органические аналитические реагенты как типичные полидентатные лиганды. Примеры наиболее распространенных органических реагентов: 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим, 8-оксихинолин, дитизон, диэтилдитиокарбаминат натрия, ацетилацетон. Закономерности образования комплексов неорганических ионов с органическими реагентами. Внутрикомплексные соединения (хелаты). Правило циклов Л.А.Чугаева. Правило аналогий В.И.Кузнецова. Функциональные и функционально-аналитические группы. Хромофоры и ауксохромы. Влияние структуры органических реагентов на растворимость их комплексов с неорганическими ионами. Области использования комплексных соединений в анализе: гравиметрия, титриметрия, спектрофотометрия, маскирование мешающих ионов.</p> <p>Использование комплексных соединений в гравиметрии.</p> <p>Органические осадители: щавелевая кислота и оксалаты, 8-оксихинолин, 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим. Преимущества и недостатки органических осадителей по сравнению с неорганическими. Тема 2. Реакции комплексообразования, применяемые в титриметрии. Комплексометрическое титрование. Реакции комплексообразования, применяемые в титриметрии и требования к ним: скорость реакции, стехиометрия, величина константы устойчивости продукта реакции. Краткая характеристика меркуриметрии и цианометрии.</p> |

| | | |
|----|--------------------------------------|--|
| | | <p>Комплексонометрическое титрование. Использование аминокислот в титриметрическом анализе. Комплексон I, комплексон II, комплексон III. Особенности комплексообразования ионов металлов с комплексонами I, II, III. Хелатный эффект. Влияние изменения pH раствора и протекания побочных реакций комплексообразования на образование основного комплексного соединения. Коэффициенты побочной реакции. Условная константа образования комплексного соединения. Кривые комплексонометрического титрования. Вычисление равновесной концентрации ионов титруемого металла на различных участках кривой титрования. Влияние устойчивости образующегося комплексного соединения, концентрации реагирующих веществ, pH раствора и комплексообразования с компонентами буферных растворов на форму кривой титрования. Методы определения точки конца титрования в комплексонометрии. Специфические (сульфосалициловая кислота, роданиды) и универсальные или металлохромные индикаторы (мурексид, эриохромчерный Т, ксиленоловый оранжевый). Критерии выбора индикатора. Физико-химические способы фиксирования точки конца титрования в комплексонометрии. Маскирование мешающих ионов и регулирование pH как основные способы повышения селективности комплексонометрических определений.</p> <p>Приготовление раствора комплексона III и установка его концентрации. Определение кальция, железа, алюминия в растворах чистых солей. Определение жесткости воды. Определение кальция и магния при совместном присутствии. Способы выполнения комплексонометрических определений: прямое титрование, обратное, метод замещения. Вычисление результатов комплексонометрических определений.</p> |
| P7 | Равновесие в системе раствор-осадок. | <p>Равновесие в насыщенных растворах малорастворимых электролитов. Понятие о растворимости. Произведение активности и произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадков: присутствие ионов, одноименных с осадком; влияние ионной силы раствора "солевой эффект"; влияние температуры, кислотности раствора, комплексообразования с осаждающим ионом и с посторонним лигандом. Вычисление растворимости осадков с учетом вышеперечисленных факторов. Фракционное (дробное) осаждение малорастворимых соединений. Превращение одних малорастворимых соединений в другие. Правило рядов Н.А.Тананаева. Методы разделения, основанные на различной растворимости осадков. Взаимосвязь P_r и pH при осаждении различных типов осадков. Использование</p> |

| | | |
|-----------|--------------------------|--|
| | | <p>различной растворимости карбонатов, сульфидов, гидроксидов, фосфатов и хлоридов для идентификации и разделения неорганических ионов. Наиболее распространенные схемы химического качественного анализа: аммиачно-фосфатная, сероводородная, кислотно-основная. Классификации катионов, характеристика аналитических групп и групповых реагентов. Качественное обнаружение анионов.</p> <p>Условия образования осадков. Классическая теория образования осадков. Возникновение центров кристаллизации. Рост частиц осадка. Относительное пересыщение и его роль в процессе формирования осадка. Кинетическое толкование процесса образования осадков: скорость образования зародышевых кристаллов и скорость роста частиц осадка, возможные соотношения между ними при различных величинах относительного пересыщения. Старение осадков и его роль в процессе формирования структуры осадка. Оствальдовское созревание. Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Причины загрязнения осадков: послеосаждение и соосаждение. Закономерности адсорбции примесей осадками. Правило Панета-Фаянса-Гана. Использование соосаждения для концентрирования микроколичеств веществ из разбавленных растворов. Изоморфное соосаждение. Правило Хлопина. Выбор коллектора. Влияние условий образования макроосадка на соосаждение примесей. Коэффициент обогащения.</p> |
| Р8 | Гравиметрический анализ. | <p>Общая характеристика гравиметрического анализа. Стадии гравиметрических определений: осаждение, промывание, просушивание или прокаливание осадка. Требования к реакциям осаждения, применяемым в гравиметрии. Осаждаемая форма, требования к ней. Получение осаждаемой формы в случае образования кристаллических и аморфных осадков. Влияние одноименных и посторонних ионов, рН и комплексообразования на полноту осаждения. Условия промывания осадков. Выбор промывной жидкости. Весовая форма, требования к ней. Условия получения весовой формы из осаждаемой. Гравиметрические методы определения некоторых элементов: алюминия, железа, сульфатов, бария, магния, никеля. Погрешности гравиметрических определений. Значение гравиметрического метода анализа как одного из арбитражных методов анализа.</p> |
| Р9 | Осадительное титрование. | <p>Общая характеристика метода. Требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании. Кривые осадительного титрования при образовании осадков различных типов. Влияние природы реагирующих веществ</p> |

| | | |
|-------------------|--|---|
| | | <p>(растворимости образующихся соединений), концентрации определяемых ионов на форму кривых титрования. Способы установления конечной точки титрования: применение индикаторов и физико-химические способы. Аргентометрия как метод осадительного титрования. Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Условия применения методов Гей-Люссака, Мора, Фаянса и Фольгарда. Индикаторы в аргентометрии.</p> |
| <p>P10</p> | <p>Равновесие окислительно-восстановительных реакций</p> | <p>Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование с визуальной фиксацией точки конца титрования. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования по используемому титранту. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала системы в процессе титрования. Потенциал в точке эквивалентности. Факторы, влияющие на форму кривой окислительно-восстановительного титрования: природа и концентрация реагирующих веществ, концентрация ионов водорода в растворе, образование малорастворимых и комплексных соединений, ионная сила раствора. Способы фиксирования конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. Визуальные методы: безиндикаторное титрование, специфические индикаторы, окислительно-восстановительные индикаторы. Примеры индикаторов: крахмал, дифениламин, дифениламиносульфонат натрия, фенилантраниловая кислота, ферроин. Принцип выбора индикатора. Физико-химические методы фиксирования конечной точки титрования. Погрешности окислительно-восстановительного титрования. Способы предварительного окисления и восстановления определяемых ионов. Использование летучих восстановителей, применение амальгам металлов, применение редукторов. Краткая характеристика веществ, используемых для предварительного окисления: пероксид водорода, персульфат аммония, перманганат калия, висмутат натрия. Основные критерии выбора окислителей и восстановителей.</p> <p>Характеристика отдельных методов окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление рабочего раствора перманганата калия, установление его концентрации по соли Мора, по оксалату натрия. Определение железа. Титрование оксалатов. Определение кальция, окисляемости воды. Перманганатометрическое определение органических веществ.</p> |

| | | |
|-------------------|---|--|
| | | <p>Иодометрия. Общая характеристика метода. Система иод-йодид как окислитель и восстановитель. Приготовление рабочего раствора иода и тиосульфата натрия. Стандартизация раствора тиосульфата. Свойства крахмала как индикатора. Прямые и косвенные иодометрические определения: определение меди, арсенитов и арсенатов.</p> <p>Дихроматометрия. Общая характеристика метода. Приготовление раствора дихромата калия. Индикаторы, используемые в дихроматометрии. Дихроматометрическое определение железа. Определение окисляемости воды (ХПК).</p> <p>Броматометрия. Общая характеристика метода. Приготовление и стандартизация рабочего раствора. Индикаторы в броматометрии. Прямые броматометрические определения. Титрование органических соединений (фенолы, 8-оксихинолин). Броматометрическое определение магния, алюминия и сурьмы.</p> <p>Цериметрия. Влияние присутствия комплексообразователей на величину потенциала титранта. Определение неорганических и органических веществ.</p> <p>Общая характеристика методов ванадатометрии, титанометрии, хромометрии</p> |
| <p>P11</p> | <p>Использование ЭВМ в аналитической химии и информатика.</p> | <p>Традиционные средства химической информации и методы их использования. Автоматизированные информационно-поисковые системы. Понятие об эмпирических корреляциях структура-свойство (QSAR, QSPR). Пути использования ЭВМ в аналитической химии: сбор, обработка, хранение и отображение результатов анализа, планирование и оптимизация экспериментов, управление аналитическими приборами, создание интегрированных устройств анализатор – ЭВМ. Базы данных, основные принципы их построения и использования.</p> <p>Многомерные данные в химическом анализе. Первичная обработка данных. Коррелированные данные; понятие об анализе главных компонентов (факторном анализе). Многомерные регрессия и градуировка. Понятие о методах классификации и распознавания образов, кластерном анализе. Обработка нелинейных зависимостей в химическом анализе. Проблема выбора начальных приближений. Построение и использование нелинейных градуировочных зависимостей. Аппроксимация экспериментальных зависимостей, ее основные разновидности. Дифференцирование и интегрирование экспериментальных данных. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения. Расчеты химических равновесий:</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | определение равновесных концентраций и констант равновесий. |
|--|--|---|

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплин

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------------|----------|--|------------|--|---------------------------------|----------|-----------|----------|----------|
| | Всего по дисциплине (час.): | 108 | 4 | | 104 | | В т.ч. промежуточная аттестация | 0 | 18 | 0 | 0 |
|--|------------------------------------|------------|----------|--|------------|--|---------------------------------|----------|-----------|----------|----------|

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

4.3 Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1 Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2 Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.3 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.4 Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

4.3.6 Самостоятельная работа аспирантов

| Разделы и темы для самостоятельного изучения | Перечень заданий для самостоятельной работы |
|--|---|
| <p>Раздел 2. Погрешности систематические и случайные. Способы оценки правильности: стандартные образцы состава, анализ независимыми методами, метод добавок, анализ искусственных смесей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных погрешностей, t и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал. Обнаружение и исключение промахов.</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |
| <p>Раздел 3. Проблемы пробоотбора. Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом.</p> | <p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).</p> |
| <p>Раздел 4. Равновесие кислотно-основных реакций Тема 2. Построение распределительных и концентрационно-логарифмических диаграмм для растворов кислот и оснований. Равновесия в растворах амфолитов. Кислые соли многопротонных кислот как представители амфолитов. Расчет pH в водных растворах кислых</p> | <p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).</p> |

| | |
|---|---|
| <p>солей. Соли многопротонных кислот как компоненты буферных растворов. Вычисление концентрации ионов водорода и pH в растворах смесей кислот и оснований.</p> | |
| <p>Раздел 5. Кислотно-основное титрование Тема 2. Основные положения кислотно-основного титрования. Понятие о кривых титрования. Интегральные и дифференциальные кривые титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых протолитов, смесей кислот (оснований), многопротонных кислот. Влияние концентрации реагентов, величины константы ионизации слабого протолита на форму кривых титрования.</p> | <p>Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (подготовка доклада).</p> |
| <p>Раздел 6. Комплексонометрический метод анализа. Равновесия в растворах комплексов с полидентатными лигандами. Органические аналитические реагенты как типичные полидентатные лиганды. Примеры наиболее распространенных органических реагентов: 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим, 8-оксихинолин, дитизон, диэтилдитиокарбаминат натрия, ацетилацетон. Закономерности образования комплексов неорганических ионов с органическими реагентами. Внутриклеточные соединения (хелаты). Правило циклов Л.А.Чугаева. Правило аналогий В.И.Кузнецова. Функциональные и функционально-аналитические группы. Хромофоры и ауксохромы. Влияние структуры органических реагентов на растворимость их комплексов с неорганическими ионами. Области использования комплексных соединений в анализе: гравиметрия, титриметрия, спектрофотометрия, маскирование мешающих ионов.</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |
| <p>Раздел 7. Равновесие в системе раствор-осадок. Тема 2. Условия образования осадков. Классическая теория образования осадков. Возникновение центров кристаллизации. Рост частиц осадка. Относительное пересыщение и его роль в процессе формирования осадка. Кинетическое толкование процесса образования осадков: скорость образования зародышевых кристаллов и скорость роста частиц осадка, возможные соотношения между ними при различных величинах относительного пересыщения. Старение осадков и его роль в процессе формирования структуры осадка. Оствальдовское созревание. Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Причины загрязнения</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |

| | |
|---|---|
| <p>осадков: послеосаждение и соосаждение. Закономерности адсорбции примесей осадками. Правило Панета-Фаянса-Гана. Использование соосаждения для концентрирования микроколичеств веществ из разбавленных растворов. Изоморфное соосаждение. Правило Хлопина. Выбор коллектора. Влияние условий образования макроосадка на соосаждение примесей. Коэффициент обогащения.</p> | |
| <p>Раздел 8. Гравиметрический анализ. Гравиметрические методы определения некоторых элементов: алюминия, железа, сульфатов, бария, магния, никеля. Погрешности гравиметрических определений. Значение гравиметрического метода анализа как одного из арбитражных методов анализа</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |
| <p>Раздел 9. Осадительное титрование. Кривые осадительного титрования при образовании осадков различных типов. Влияние природы реагирующих веществ (растворимости образующихся соединений), концентрации определяемых ионов на форму кривых титрования. Способы установления конечной точки титрования: применение индикаторов и физико-химические способы. Аргентометрия как метод осадительного титрования.</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |
| <p>Раздел 10. Равновесие окислительно-восстановительных реакций. Способы фиксирования конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. Визуальные методы: безиндикаторное титрование, специфические индикаторы, окислительно-восстановительные индикаторы. Примеры индикаторов: крахмал, дифениламин, дифениламиносульфонат натрия, фенилантраниловая кислота, ферроин. Принцип выбора индикатора. Физико-химические методы фиксирования конечной точки титрования. Погрешности окислительно-восстановительного титрования. Способы предварительного окисления и восстановления определяемых ионов. Использование летучих восстановителей, применение амальгам металлов, применение редукторов. Краткая характеристика веществ, используемых для предварительного окисления: пероксид водорода, персульфат аммония, перманганат калия, висмутат натрия. Основные критерии выбора окислителей и восстановителей.</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Раздел 11. Использование ЭВМ в аналитической химии и информатика Многомерные данные в химическом анализе. Первичная обработка данных. Коррелированные данные; понятие об анализе главных компонентов (факторном анализе). Многомерные регрессия и градуировка. Понятие о методах классификации и распознавания образов, кластерном анализе. Обработка нелинейных зависимостей в химическом анализе. Проблема выбора начальных приближений. Построение и использование нелинейных градуировочных зависимостей. Аппроксимация экспериментальных зависимостей, ее основные разновидности. Дифференцирование и интегрирование экспериментальных данных. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения. Расчеты химических равновесий: определение равновесных концентраций и констант равновесий.</p> | <p>Работа с рекомендованной литературой, анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины (написание конспектов).</p> |
|---|---|

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|--|---|-------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Другие (указать, какие) |
| P1 – P11 | | | | * | | | | | | | | |

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии. В 2-х книгах. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2012.
2. Биохимические методы анализа / Под ред Б.Б. Дзантиева. М.: Наука. 2010.- 391 с.
3. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. – М.: Бинوم, 2013. 1128 с.
4. Жебентяев А. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. – Инфра-М, Новое образование, 2013. 208 с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Под ред. А.А. Ищенко: в 2 т. – М.: Академия, 2010.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. Пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Т.Н.Шеховцова, В.М.Иванов и др. Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш. Шк., 2001. – 463 с.
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2т. Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. – М.: Мир. 2004. Т. 2. – 728 с.
3. Аналитическая химия. В 3 т. Т. 1. Методы идентификации и определения веществ: Под Ред. Л.Н.Москвина. – М.: Издательский центр «Академия». 2008. 576 с.
4. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа. 2006. – 414 с.
5. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. М.: ИКЦ «Академкнига. 2007.
6. Ю.М.Киселев, Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. М.: Изд. «Академия». 2007.
7. Егунов В.П. Введение в термический анализ. Самара, 1996. 266 с.
8. Спектроскопические методы определения следов элементов. М.: Мир, 1979. 494 р.
9. Катеман Г., Пийперс Ф.В. Контроль качества химического анализа. Челябинск: Металлургия, 1989. 447 с.
10. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии. М.: Химия, 1984. 428 с.
11. Пробоподготовка в микроволновых печах. М.: Мир, 1991. 333 с.
12. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: Бинوم. Лаборатория знаний. 2003.

7.2. Методические разработки

1. Физико-химические основы применения координационных соединений. Учебное пособие. Неудачина Л.К., Лакиза Н.В.; М-во образования и науки Рос. Федерации. Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2014. – 124 с.
2. Планарная хроматография. Методические указания к лабораторным работам. Неудачина Л.К., Лакиза Н.В. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 62с.
3. Обработка результатов химического анализа. Подкорытов А.Л., Штин С.А. Методические указания.. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 32с.
4. Хроматография как метод анализа в органическом синтезе: Учебное пособие. Гейде И.В., Моржерин Ю.Ю., Прохорова П.Е. - Екатеринбург: УрФУ, 2012. - 45 с.
5. Химические методы анализа органических веществ. Черданцева Е.В., В.М. Зыскин, Гейде И.В., Матерн А.И., Китаева В.Г., Холевинская Л.В. Уч.-метод. пособие. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – 109 с.

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Office

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Платформа Springer Link
2. Платформа Nature
3. База данных Springer Materials
4. База данных Springer Protocols
5. База данных zbMath
6. База данных Nano
7. База данных Кембриджского центра структурных данных CSD Enterprise

7.5. Электронные образовательные ресурсы

Все аспиранты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Международный индекс научного цитирования Scopus компании Elsevier B.V.
2. Международный индекс научного цитирования Web of Science компании Clarivate Analytics
3. Журналы издательства Wiley
4. Электронная библиотека IEEEEXPLORE Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
5. Журналы American Physical Society (Американского физического общества)
6. Журналы Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)
7. MathSciNET - реферативная база данных American Mathematical Society (Американского математического общества)
8. Патентная база компании QUESTEL
9. Журнал Science Online
10. Журнал Nature
11. Журналы издательства Oxford University Press
12. Журналы издательства SAGE Publication
13. Журналы Американского института физики
14. Журналы Института физики (Великобритания)
15. Журналы Оптического общества Америки
16. Материалы международного общества оптики и фотоники (OSA)
17. Журналы издательства Cambridge University Press
18. Научные журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG
19. База данных Annual Reviews Science Collection
20. База данных CASC- Коллекция компьютерных и прикладных наук компании EBSCO Publishing
21. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing
22. База данных Association for Computing Machinery (ACM)
23. База диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global Журнальные базы данных мировой научной информации Freedom Collection компании Elsevier
24. Информационно-аналитическая система управления научными исследованиями Pure компании Elsevier B. V.
25. Наукометрическая база данных Scival компании Elsevier B. V.
26. Аналитическая и информационная база данных REAXYS компании Elsevier,
27. Научные базы данных компании EBSCO Publishing: Business Source Complete и Academic Search Complete, Информационно-поисковая система EBSCO Discovery Service, IEEE All-Society Periodicals Package,
28. Базы данных компании East View,

29. Электронная библиотека диссертаций РГБ;
30. Информационно-аналитическая система FIRA PRO компании ООО«Первое Независимое Рейтинговое Агентство»,
31. Электронная система нормативно-технической документации "Техэксперт" компании КОДЕКС,
32. Базы данных «Интегрум Профи» компании «Интегрум медиа»,
33. Научометрические базы данных Incites и Journal Citation Report компании Clarivate Analytics,
34. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX компании «Научная электронная библиотека».

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|------------------------|---|--|---|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |

| | | | |
|----------------------------|--|--|--|
| Личностные качества | Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |
|----------------------------|--|--|--|

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
Не предусмотрено

8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.2.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Проверяемые компетенции УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1 – ПК-5

1. Каковы особенности пробоотбора в зависимости от агрегатного состояния исследуемых материалов?

2. Какие кислоты могут использоваться для растворения(разложения) проб? Приведите примеры протекающих при этом химических реакций.

3. В чем сущность дисперсионного анализа?

4. Что такое регрессионный и корреляционный анализ?

5. Как рассчитывается критерий Кохрена?

6. Как рассчитывается рН многопротонных кислот?

7. Какие существуют графические способы представления кислотно-основных равновесий?

8. Что такое стандартные образцы состава? Как с их помощью может быть проверена правильность результатов анализа?

9. Как влияет природа растворителя на силу кислот и оснований? Приведите примеры.

10. Что такое пересыщение, относительное пересыщение? Как влияет относительное пересыщение на форму осадка?

11. Сформулируйте и обоснуйте условия выпадения кристаллических осадков.

12. Что такое гравиметрический фактор F? Почему удобны гравиметрические формы с малым значением F?

13. Каковы достоинства и недостатки органических осадителей в гравиметрии?

14. Что такое оствальдовское созревание осадков?

15. Какие варианты метода возникающих реактивов вам известны?
16. Почему гравиметрия является одним из арбитражных методов анализа?
17. В чем сущность фракционного (дробного) осаждения?
18. Изложите сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
19. Назовите факторы, влияющие на форму кривой кислотно-основного титрования.
20. Каковы предельные значения констант кислотности или основности, а также концентраций кислот или оснований, при которых наблюдается скачок на кривой титрования?
21. Почему раствор гидроксида натрия не должен содержать карбонат-ион? Перечислите способы приготовления раствора гидроксида натрия, свободного от карбонат-ионов.

8.2.6

Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не предусмотрено

Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не предусмотрено

Интернет-тренажеры

Не предусмотрено