Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приёмной
комиссии
_____Е.А. Ваганов

28 сентября 2016 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру в форме письменного экзамена
Направление 04.04.01 «Химия »

Магистерская программа 04.04.01.02 «Аналитическая химия» (институт цветных металлов и материаловедения)

Красноярск 2016

I. Содержание программы

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

1.1. Введение

Предмет аналитической химии. Цели и особенности аналитической химии и аналитической службы. Взаимосвязь аналитической химии с другими науками, значение для общества (народное хозяйство, окружающая среда, медицина, смежные области науки). Основные этапы развития. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ.

Методы аналитической химии. Химические, физические и биологические методы. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования, определения; гибридные и комбинированные методы. Методы прямые и косвенные. Условность классификаций. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика. Продолжительность, трудоемкость, стоимость, приборное обеспечение методики анализа.

Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Макро-, микро-, ультрамикроанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой). Анализ и контроль, их специфика.

Единство аналитического процесса. Диалектическая связь проблемы, метода, объекта анализа и определяемого компонента. Организация аналитической службы, ее функции. Контроль технологических процессов. Маркировочные анализы. Результат химического анализа как показатель качества продукции. Арбитражный анализ. Принципы унификации и стандартизации аналитических методик.

2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА

2.1. Химические методы

Химические превращения вещества - основа химических методов. Использование законов термодинамики (химическое равновесие) и кинетики для описания и управления реальными гомогенными и гетерогенными системами.

2.1.1. Теоретические основы

Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов (pH, pM и концентрации разных комплексных форм, молекулярной и ионной растворимостей). Буферность систем (pH, pM и редокс буферы).

Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителя (донорно-акцепторных, диэлектрической проницаемости, автопротолиза); классификация растворителей. Константы кислотности и основности. Функция Гаммета. Буферные растворы.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Комплексные соединения в растворе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Управление реакциями

осаждения-растворения и окисления-восстановления с помощью комплексообразования. Примеры использования комплексов.

Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные (формальные) потенциалы. Смешанный потенциал. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно- восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции.

Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость твердая фаза. Константы равновесия (термодинамическое и реальное произведение растворимости); растворимость. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков. Условия полного осаждения и растворения осадков.

Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры на свойства органических реагентов. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов. Важнейшие органические аналитические реагенты, области их применения.

2.1.2 Гравиметрические методы

Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители. Аналитические весы.

2.1.3 Титриметрические методы

Теоретические основы. Сущность и классификация. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования и методы ее индикации.

Кислотно-основное титрование. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и щелочей. Кривые титрования для одно-и многоосновных систем. Индикаторы.

Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Титрование многокомпонентных систем. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика методов: перманганатометрии, иодометрии, бихроматометрии, броматометрии, цериметрии.

Комплексометрическое титрование. Сущность, аналитические особенности. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль (ЭДТА). Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Примеры практического использования комплексонометрического титрования.

Осадительное титрование. Сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.

2.1.4 Кинетические методы

Сущность методов. Индикаторные реакции, индикаторные вещества. Дифференциальный и интегральный варианты методов. Каталитический и некаталитический варианты методов. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Чувствительность, избирательность и точность, области применения.

2.2 Электрохимические методы

Теоретические основы. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов. Поляризационная кривая. Классификация электрохимических методов.

Потенциометрия. Равновесные электрохимические системы и их характеристики. Использование прямых и косвенных потенциометрических методов в анализе и исследовании. Ионометрия: возможности метода и ограничения. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Ферментные и газочувствительные электроды. Iолевые транзисторы. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами. Хронопотенциометрия прямая и инверсионная.

Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия - безэталонный, высокочувствительный метод анализа. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества перед другими титриметрическими методами.

Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики классической, осциллографической, импульсной и переменно-токовой полярографии, возможности и ограничения этих методов. Использование каталитических и адсорбционных токов для повышения селективности и чувствительности определения. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.

Кондуктометрия. Эквивалентная и удельная электропроводность. Подвижность ионов. Низкочастотная кондуктометрия: прямой метод и кондуктометрическое титрование. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах анализа.

Электрогравиметрия. Электролиз при контролируемом потенциале и при заданной величине тока. Применение электролиза для разделения компонентов смеси и их количественного определения.

2.3. Физические методы

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением, потоками частиц, магнитным полем - основа физических методов анализа.

2.3.1 Методы атомной оптической спектроскопии

Теоретические основы. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Самопоглощение, ионизация. Аналитические линии. Аналитический сигнал. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени. Возбуждение в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Фотографическая и фотоэлектрическая регистрация спектра. Компьютерная денситометрия. Оптические спектрометры, квантометры. Идентификация элементов по эмиссионным спектрам. Определение отдельных элементов. Способы определения содержания. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования. Анализ твердых веществ и материалов, технологических растворов, других объектов.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, лазеры). Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Типы горелок. Электротермическая атомизация. Типы электротермических атомизаторов.

Способы подготовки пробы. Помехи: химические и физические. Коррекция помех (использованием вспомогательного источника сплошного спектра и эффекта Зеемана). Чувствительность и избирательность. Примеры использования.

Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Взаимное влияние элементов и устранение этих влияний. Практическое применение.

2.3.2 Методы молекулярной оптической спектроскопии

Теоретические основы. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Основные законы светопоглощения и испускания. Рассеяние света. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.

Спектрофотометрия. Электронные спектры и энергетические переходы в молекулах. Способы монохроматизации светового потока. Пути повышения избирательности определения. Способы определения концентрации веществ. Дифференциальный метод в спектрофотометрии. Анализ многокомпонентных систем. Производная спектрофотометрия. Спектрофотометрическое титрование. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.

Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Тушение люминесценции. Качественный и количественный анализ. Люминесценция кристаллофосфоров.

ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественная интерпретация спектров и количественный анализ: идентификация веществ, структурно-групповой и молекулярный анализ, определение строения индивидуальных соединений. Особенности анализа газов, растворов и твердых образцов. Спектроскопия внутреннего отражения. Спектроскопия с нарушенным полным внутренним отражением. Поглощение в микроволновой области.

Нефелометрия и турбидиметрия. Фотоакустическая спектроскопия. Поляриметрия. Принципы методов и области применения.

3. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

3.1 Хроматографические методы

3.1.1. Теоретические основы

Основные понятия. Теория равновесной хроматографии. Граничные условия применимости. Размывание хроматографических пиков и их разрешение. Уравнение Ван- Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ: выбор системы фаз, высоты и диаметра хроматографической колонки, размеров частиц неподвижной фазы. Способы осуществления хроматографического процесса. Способы заполнения хроматографических колонок и приготовления "тонких слоев". Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Детекторы. Классификация хроматографических методов.

3.1.2 Газовая хроматография

Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Детекторы. Примеры применения. Контроль производства.

Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.

Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Примеры применения для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.

Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности и отличия от газовой и жидкостной хроматографии, применение.

3.1.3 Жидкостная хроматография

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально- фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор варианта в зависимости от полярности разделяемых веществ. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.

Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения веществ. Примеры применения для концентрирования и разделения неорганических и органических ионов.

Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.

Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения. Гель- хроматография (гель-проникающая и гель-фильтрационная). Механизм разделения веществ. Характеристика гелей. Применение в органическом и неорганическом анализе.

Плоскостная хроматография. Сущность метода и области применения.

3.2 другие методы разделения и концентрирования

Теоретические основы. Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Классификация методов по природе процессов, числу и природе фаз, природе матрицы и концентрата. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.

Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.

Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Экстракция и растворимость. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.

Осаждение и соосаждение. Использование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения. Основные типы коллекторов. Органические соосадители.

Электрохимические методы. Классификация. Электровыделение (электроосаждение и электрорастворение), цементация, электрофорез, изотахофорез.

Испарение, сублимация и родственные методы. Количественные характеристики. Классификация методов. Испарение, сублимация или отгонка, отгонка после химических превращений.

Другие методы разделения и концентрирования: управляемая кристаллизация (направленная кристаллизация и зонная плавка), пробирная плавка и другие пирометаллургические методы, флотация, мембранные методы, химические транспортные реакции, термодиффузия.

4. МЕТРОЛОГИЯ И ХЕМОМЕТРИКА

4.1. Метрологические основы химического анализа

Химический анализ как метрологическая процедура. Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей в химическом анализе. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Постоянная (аддитивная) и пропорциональная (мультипликативная) систематическая погрешность. Систематические погрешности I, II, III рода. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация. Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Характер связи между значением величины и ее стандартным отклонением (абсолютным и относительным). Возможные причины отклонения результатов анализа от нормального распределения. Распределение Пуассона. Проверка нормального закона распределения результатов анализа. Построение гистограмм распределения. Критерий Пирсона.

Статистическая обработка результатов серийных анализов. Выявление промахов. Контрольные карты. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кохрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Пути повышения чувствительности методик анализа. Законы распространения систематических и случайных погрешностей. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Способы проверки адекватности регрессионной модели. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата.

Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента. Использование дисперсионного и многомерного регрессионного анализа в планировании эксперимента. Оценка значимости факторов. Планы второго порядка. Симплекс-оптимизация.

Метрологическое обеспечение контроля состава веществ и материалов. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

4.2. Компьютерные методы в аналитической химии

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.

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.

5. АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ

5.1 Аналитический цикл и стадии анализа

Выбор метода и схемы, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений. Взаимозаменяемость методов; оптимизация схемы анализа.

5.2 Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы: проба и объект анализа; проба и метод анализа. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб, дозирующие устройства. Транспортировка. Отбор токсичных и радиоактивных проб. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, термическое разложение, разложение под давлением, при помощи высокочастотного разряда и в плазме, в присутствии окислителей (восстановителей); комбинирование различных приемов; способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

5.3 Основные объекты

Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности. Анализ черных, цветных, редких, благородных металлов и их сплавов. Анализ неметаллических включений, определение газообразующих примесей в металлах и легирующих компонентов в сталях и сплавах.

Пищевые продукты. Определение основных компонентов (жиры, белки, углеводы и другие) и примесей. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в продуктах питания. Обзор методов анализа.

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Основные источники загрязнений и основные загрязнители. Требования по чистоте; ПДК и их связь с чувствительностью методов. Обзор методов анализа объектов окружающей среды, сравнение их по чувствительности, продолжительности, экономичности, доступности. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы.

II. Вопросы к экзамену

1. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ on site; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Функция Гаммета.
2. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Инертные и лабильные комплексы. Управление реакциями осаждения-растворения и окисления-восстановления с помощью комплексообразования. Примеры использования комплексов.
3. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные (формальные) потенциалы. Смешанный потенциал. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции.
4. Процессы осаждения-растворения. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков. Условия полного осаждения и растворения осадков. Гравиметрические методы
5. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов. Важнейшие органические аналитические реагенты, области их применения.
6. Кислотно-основное титрование. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Кривые титрования для одно-и многоосновных систем. Индикаторы.
7. Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Титрование многокомпонентных систем. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика методов: перманганатометрии, иодометрии, бихроматометрии, броматометрии, цериметрии.
8. Комплексометрическое титрование. Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль (ЭДТА). Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Примеры практического использования комплексонометрического титрования.
9. Потенциометрия. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Ферментные и газочувствительные электроды. ранзисторы. Потенциометрическое титрование с неполяризованными и поляризованными электродами.
10. Кулонометрия. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия - безэталонный, высокочувствительный метод анализа. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества перед другими титриметрическими методами.
11. Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений. Метрологические характеристики классической, осциллографической, импульсной и переменно-токовой полярографии, возможности и ограничения этих методов. Инверсионная вольтамперометрия и ее применение в анализе. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.

12. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени. Возбуждение в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Идентификация элементов по эмиссионным спектрам. Способы определения содержания. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Подавление мешающих влияний матрицы и сопутствующих элементов. Примеры использования.
13. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Сущность метода. Источники излучения (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, лазеры). Пламенная атомизация. Характеристики пламен и их выбор. Типы горелок. Электротермическая атомизация. Помехи: химические и физические. Коррекция помех (использованием вспомогательного источника сплошного спектра и эффекта Зеемана). Чувствительность и избирательность. Примеры использования.
14. Спектрофотометрия. Электронные спектры и энергетические переходы в молекулах. Способы монохроматизации светового потока. Пути повышения избирательности определения. Способы определения концентрации веществ. Дифференциальный метод в спектрофотометрии. Анализ многокомпонентных систем. Производная спектрофотометрия. Спектрофотометрическое титрование. Спектроскопия отражения. Достоинства и ограничения методов. Практическое применение.
15. Люминесцентные методы. Виды люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Тушение люминесценции. Качественный и количественный анализ.
16. ИК-и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественная интерпретация спектров и количественный анализ: идентификация веществ, структурно-групповой и молекулярный анализ, определение строения индивидуальных соединений. Особенности анализа газов, растворов и твердых образцов.
17. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы и источники излучения. Практическое применение ААС.
18. Единство аналитического процесса. Диалектическая связь проблемы, метода, объекта анализа и определяемого компонента.
19. Свойства комплексных соединений, имеющих аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска. Управление реакциями осаждения-растворения и окисления-восстановления с помощью комплексообразования. Примеры использования комплексов.
20. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Сущность метода. . Требования к газам-носителям и адсорбентам. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Детекторы. Примеры применения. Контроль производства.
21. Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.
22. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально- фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор варианта в зависимости от полярности разделяемых веществ. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.
23. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники.

Кинетика и селективность ионного обмена. Примеры применения для концентрирования и разделения неорганических и органических ионов.

24. Сверхкритическая флюидная хроматография (СФХ). Показатели эффективности СФХ.
25. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика. Качество химического анализа.
26. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.
27. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Экстракция и растворимость. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.
28. Осаждение и соосаждение. Использование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения. Основные типы коллекторов. Органические соосадителиИспользование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения. Основные типы коллекторов.
29. Обзор методов анализа объектов окружающей среды, сравнение их по чувствительности, продолжительности, экономичности, доступности. Тест-методы.
30. Анализ черных, цветных, редких, благородных металлов и их сплавов.
31. Аналитический цикл и стадии анализа. Выбор метода и схемы, пробоотбор, пробоподготовка, получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.
32. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Управление реакциями. Автокаталитические реакции. Индуцированные и сопряженные реакции. Практическое применение.
33. Автоматизированные приборы, системы и комплексы (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры и др.)
34. Химические превращения вещества – основа методов анализа. Использование законов термодинамики (химическое равновесие) и кинетики для описания и управления реальными гомогенными и гетерогенными системами.
35. Классификация методов разделения и концентрирования; количественные характеристики.
36. Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей в химическом анализе. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности.

37. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента. Метрологическое обеспечение контроля состава вещества и материалов.

III.Рекомендуемая литература

Основная

1. Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2 т. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Издательский центр «Академия», 2010. Т. 1. 384 е.; Т. 2. 408 с.
2. Аналитическая химия. Учебник для вузов. В 3 т. Под ред. Л.Н. Москвина. М.: Издательский центр «Академия», Т. 1. Методы идентификации и определения веществ. 2008. 576 е.; Т.2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа. 2008. 304 е.; Т. 3. Химический анализ. 2010. 368с.
3. Л.Н. Москвин, О.В. Родинков. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Учебное пособие. М.: Изд-во «Интеллект», 2011. 352с.
4. Прикладной химический анализ. Практическое руководство. Под ред. Т.Н. Шеховцовой, О.А. Шпигуна, М.В. Попика. М.: Изд-во МГУ, 2010. 456 с.
5. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. Учебное пособие. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002. 412 с.
6. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 463 с.
7. М. Отто. Современные методы аналитической химии. Пер. с нем. под ред. А.В. Гармаша. М.: Техносфера, 2008. 544 с.
8. Ю. Беккер. Спектроскопия. Пер. с нем. под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. М.: Техносфера, 2009. 528 с.
9. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера, 2009. 784с.
10. Марченко, М. Бальцежак. Методы спектрофотометрин в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. Пер. с польск. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 711 с.
11. Электроаналитические методы. Теория и практика. Ред. Ф. Шолыд. Пер. с англ. под ред. В.Н. Майстренко. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 326с.
12. Ю.А. Карпов, А.П. Савостин. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2003. 243 с.
13. Ю. Беккер. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
14. Проблемы аналитической химии. Т. 13. Внелабораторный химический анализ. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Наука, 2010. 564 с.

Дополнительная

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов. В 2 т. Под ред. А.А. Ищенко. М.: Издательский центр «Академия», 2010. Т. 1. 352 е.; Т. 2. 416 с.
2. Г. Кристиан. Аналитическая химия. В 2 т. Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т. 1.623 е.; Т. 2. 504 с.
3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2 т. Ред. Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмер. Пер. с англ. под ред. Ю.А. Золотова. М.: Мир, 2004. Т. 1. 608 е.; Т. 2. 728 с.

4. Ю.А. Золотов, В.И. Вершинин. История и методология аналитической химии. Учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 464 с.
5. Г. Хенце. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика. Пер. с нем. под ред. А.И. Каменева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 284 с.
6. Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. Основы современного электрохимического анализа. Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 592 с.
7. Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. Экспресс-анализ экологических проб: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 424 с.
8. Ю.С. Другов, А.А. Родин. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 294 с.
9. Ю.С. Другов, А.А. Родин. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 424 с.
10. Ю.С. Другов, А.А. Родин. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 528 с.
11. Ю.С. Другов, А.А. Родин. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 855 с.
12. Ю.С. Другов, И.Г. Зенкевич, А.А. Родин. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, почвы и биосред: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 752 с.
13. Ю.А. Золотов. О химическом анализе и о том, что вокруг его. М.: Наука, 2004. 477 с.
14. Ю.А. Золотов. Аналитическая химия: наука, приложения, люди. М.: Наука, 2009. 324 с.
15. Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, В.Г. Амелин. Химические тест-методы анализа. М.: Едиториал УРСС, 2002. 304 с.
16. Д. Кремерс, Л. Радзиемски. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2009. 360 с.
17. И. Лаваньини, Ф. Маньо, Р. Сералья, П. Тральди. Пер. с итальянск. Количественные методы в масс-спектрометрии. М.: Техносфера. 2008, 176 с.
18. Хенке Х. Жидкостная хроматография. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2009. 264 с.

Руководитель магистерской программы С.В. Качин,
проф., д-р хим. наук

Приложение к программе

Критерии и параметры оценки письменного задания
на вступительном испытании при поступлении в магистратуру СФУ

Направление 04.04.01 «Химия»
магистерская программа 04.04.01.02 «Аналитическая химия»
(Институт цветных металлов и материаловедения)

0 – 40 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано крайне низкое знание аналитической химии, допущено много фактических ошибок. Ответ не структурирован.
Понимание	Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом аналитической химии. Многочисленные ошибки в знании основ методов анализа и использовании химических формул.
41 – 60 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа в большей части соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание аналитической химии, есть ошибки в формулировке основных законов. Ответ плохо структурирован.
Понимание	Есть ошибки в употреблении и трактовке основ методов анализа, химических формул. Примеры в малой степени соответствуют изложенному теоретическому материалу.
61- 80 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Демонстрируется хорошее знание аналитической химии, раскрыты основные закономерности и применение методов анализа. Встречаются несущественные ошибки в формулировках, уравнениях реакций. Ответ в достаточной степени структурирован.
Понимание	Знание основных аналитических терминов. Продемонстрировано знание особенностей использования описываемых методов анализа. Хорошее владение теоретическими основами

	аналитической химии. В ответе отчасти использованы примеры, расчеты, справочные формулы и материалы.
81- 100 баллов	
Содержание и структура ответа	В ответе отражен весь материал, предусмотренный заданием. Ответ полностью соответствует теме задания, отсутствуют фактические ошибки. Ответ четко структурирован и выстроен в логике.
Понимание	В ответе продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом аналитической химии. Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. В ответе аргументировано изложен материал аналитической химии. Ответ дополнен необходимым количеством примеров и расчетов.

Примечание:

1. Критерии и параметры оценки письменного задания применяются к оценке каждого вопроса экзаменационного билета не зависимо от количества вопросов. Итоговый балл, в случае нескольких вопросов, считается как среднее арифметическое.

2. В случае оценки одного из вопросов письменного задания (при наличии нескольких вопросов) «неудовлетворительно», количество баллов, выставленных за данный вопрос (0 – 40), в сумме баллов при выставлении итогового балла не учитывается.

Председатель экзаменационной комиссии С.В. Качин