БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»

Утверждаю:
Первый проректор
Даниленко И.Н. _____
«_25_» _09_ 2018 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 040401 «ХИМИЯ»

Раздел 1. Введение в аналитическую химию

Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии в развитии естественных наук и народном хозяйстве. Место и роль аналитической химии в биологии.

Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ. Химические, физические и биологические методы анализа. Аналитический сигнал. Современные требования к методам анализа: правильность, воспроизводимость, селективность, экспрессность, возможность автоматизации. Связь между объектом и методом анализа. Аналитический контроль в службе охраны природы, биологии и медицине.

Раздел 2. Метрологические основы аналитической химии

Аналитический сигнал. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость. Оценка воспроизводимости результатов анализа: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение результатов. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности. Сравнение методов по воспроизводимости. Критерий Фишера. Сравнение средних двух выборочных совокупностей, *t*-распределение.

Характеристика чувствительности методов анализа: предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Графическое представление данных анализа. Построение градуировочного графика, метод наименьших квадратов.

Раздел 3. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Химическое равновесие. Константы равновесий в растворах (термодинамическая и реальная). Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, молярная доля. Расчеты активности ионов, среднего коэффициента активности, реальных констант равновесий.

Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория. Расчеты pH растворов кислот и оснований (сильных кислот и оснований, растворов слабых кислот и оснований; неводных растворов кислот и оснований; растворов амфолитов; буферных растворов; смесей кислот и оснований).

Реакции комплексообразования. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура.

Раздел 4. Методы обнаружения и идентификации

Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификациинеорганических и органических веществ.Микро-кристаллоскопический анализ, пиро-химический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Примеры практического применения методов обнаружения.

Раздел 5. Методы выделения, разделения и концентрирования

Методы разделения и концентрирования. Классификация методов разделения и концентрирования. Основные понятия, количественные характеристики (константа и коэффициент распределения, коэффициент разделения).

Экстракция. *Экстракция* как метод разделения и концентрирования элементов. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Примеры практического применения.

Бумажная и тонкослойная хроматография. Разделение и идентификация смесей аминокислот. Ионообменная хроматография. Примеры практического применения.

Раздел 6. Гравиметрический анализ

Гравиметрический анализ.Сущность гравиметрического метода анализа, его достоинства и применение в анализе объектов. Прямые и косвенные методы. Требования к осаждаемой и весовой формам. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гравиметрический фактор. Примеры определений. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ

Раздел 7. Титриметрические методы анализа

Титриметрический анализ. Общие сведения о титриметрических методах. Их достоинства и применение в анализе биологических объектов. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Вычисление молярных масс эквивалентов в различных методах титриметрического анализа. Виды титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Источники погрешностей в титриметрическом анализе. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты

Кислотно-основное титрование. Вычисление pH в различные моменты титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований. Титрование многоосновных кислот и оснований.Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Ошибки титрования.Приготовление рабочих растворов кислоты и щелочи. Первичные стандарты. Практическое применение метода кислотно-основного титрования.

Окислительно-восстановительное титрование. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования. Построение кривых титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Иодометрия. Перманганатометрия. Бихроматометрия

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексометрическоетитрование.Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексонометрического титрования.

Раздел 8. Кинетические методы анализа

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

Раздел 9. Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация).

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Классификация ионселективных электродов. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. **Потенциометрическое титрование**. Изменение электродного потенциала в процессе титрования.

Кулонометрия. Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямаякулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрическоготитранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.

Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Современные виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование.

Раздел 10. Хроматографические методы анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов поагрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по техникевыполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основныепараметрыхроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостнаяхроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газовогохроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников.Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Областиприменения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективнойионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии.Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки.Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменнаяхроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы.Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Раздел 11. Спектроскопические методы анализа

Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Раздел 12. Методы атомной оптической спектроскопии

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности

Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики. Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Раздел 13. Методы атомной рентгеновской спектроскопии

Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрациирентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгено-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

Раздел 14. Молекулярная абсорбционная спектроскопия

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации(фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические) Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод) Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности.Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК- и КР-спектроскопия).Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов. Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использовании

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции поисточникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция,фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения.

Флуоресценция и фосфоресценция.Схема Яблонского. Закон Стокса - Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальнаясхема прибора.Факторы, влияющие на

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный
интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные ифизико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологическиехарактеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии.Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органическихсоединений. Примеры использования.Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Раздел 15. Масс-спектрометрия

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектро-метрия

Раздел 16. ЭПР-, ЯМР-. Мессбауэровская спектроскопия

Общие представления о резонансных (ЭПР-, ЯМР-,Мессбауэровская спектроскопия) и ядерных методах

Раздел 17. Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обусловливающие размер и способ отбора представительной пробы. 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.основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Раздел 18. Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа. Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль. Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты. Аналитическая химия элементов. Основные методы выделения и определения элементов.

Раздел 19. Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии

Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа;обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм; установление корреляций аналитическихсвойств с пространственным электронным строением реагентов, интермедиатов, продуктованалитических реакций. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. ЭБС Университетская библиотека ONLINE: Кочергина, Л. А. Аналитическая химия. Лабораторный [Электронный ресурс] : практикум / Л. А. Кочергина, В. П. Васильев, Р. П. Морозова. – М.: Дрофа, 2006. – 416 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=53421
2. ЭБС Юрайт: Хаханина, Т.И. Аналитическая химия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт : Высшее образование, 2010. –277 с.
3. ЭБС Университетская библиотека ONLINE:Васильев, В. П. Аналитическая химия. Книга 1 [Электронный ресурс] / В. П. Васильев. - М.: Дрофа, 2009. – 368 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=53423; Книга 2 [Электронный ресурс] / В. П. Васильев. - М.: Дрофа, 2009. – 384 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=53422.
4. Основы аналитической химии: В 2 кн. / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2004. Кн. 1. – 360 с.; Кн. 2. – 461 с.
5. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. В.И.Фадеева и др; Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высш.шк. 2004. – 412 с.

Дополнительная:

1. ЭБС Университетская библиотека ONLINE: Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Гаркавая, А. И. Артеменко, Н. В. Дробницкая, И. В. Тикунова. – М.: Абрис, 2012. – 413 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117527
2. ЭБС Университетская библиотека ONLINE: Микелева, Г. Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] / Г. Н. Микелева, Г. Г. Мельченко, Н. В. Юнникова. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. – 184 с. – Режим доступа:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141512
3. ЭБС Университетская библиотека ONLINE:Крешков, А. П. Курс аналитической химии. Книга 1. Качественный анализ [Электронный ресурс] / А. П. Крешков, А. А. Ярославцев. – М.: Государственное Научно-Техническое Издательство Химической Литературы, 1954. – 444 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213997
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство/Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.
5. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высш. шк., 2005. Ч. 1. – 320 с.; Ч. 2. – 384 с.
6. Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Долгопрудный : Интеллект, 2012. – 348 с.
7. К. Дерффель. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994. – 268 с.
8. Г. Кристиан. Аналитическая химия: В 2 т. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – [Т.] 1. – 2009. – 623 с., [Т.] 2. – 2009. – 504 с.
9. М. Отто. Современные методы аналитической химии. М. :Техносфера, 2006 – 543 с.
10. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : в 2 т. : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химико-технологическим направлениям / ; под ред. А. А. Ищенко. – 2-е изд., испр. – Москва : Академия, 2012.
5. Журнал аналитической химии (периодическое издание)

Интернет-ресурсы

1) Аналитическая химия в России: http://www.rusanalytchem.org/;
2) Портал химиков-аналитиков: аналитическая химия и метрология: http://www.anchem.ru/;
3) Портал фундаментального химического образования России: http://www.chem.msu.ru/
4) *ACS* Publications: http://pubs.acs.org/
5) *ScienceDirect* | Elsevier: http://www.sciencedirect.com/
6) http://www.chemport.ru/
7) http://wwwsoc.nii.ac.jp/
8) http://springerlink.metapress.com/
9) http://phase.imet.ac.ru/zavlabor/
10) Электронные журналы American Chemical Society: http://www.acsami.org
11) Royal Society of Chemistry (RSC) http://pubs.rsc.org/

Методические указания и материалы

1. Петрова, Ю.Ю., Туров, Ю.П., Севастьянова, Е.В., Гаевая, Л.Н., Шаталова, Н.В. Аналитическая химия. Ч.1. Химические методы анализа : метод.указания / Ю.Ю. Петрова [и др.] ; Сургут.гос.ун-т ХМАО – Югры. – Сургут, 2009. – 42 с.
2. Петрова Ю.Ю., Туров Ю.П., Шаталова Н.В., Гаевая Л.Н. Анализ объектов: учеб.-метод.пособие /Ю.Ю.Петрова[и др.]; под общ.ред. Ю.Ю.Петровой; Сургут.гос.ун-т ХМАО-Югры. – Сургут, 2014. – 82 с.
3. Туров Ю.П. Аналитическая химия. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: метод.указания /Ю.П.Туров, Ю.Ю.Петрова, О.Ю.Ветрова; Сургут.гос.ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – 65 с.
4. Горленко Н.П. Электрохимические методы анализа : учеб.-метод.пособие. Ч. I. Кондуктометрия. Потенциометрия /Н.П.Горленко, Ю.Ю.Петрова, О.Ю.Ветрова; Сургут.гос.ун-т ХМАО-Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – 52 с.

Председатель экзаменационной комиссии,
д-р биол. наук, профессор В.П.Стариков