

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
УО «ГГУ им.Ф.Скорины»

_____ И.В. Семченко
(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № _____ УД-
_____/р. _.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

(название дисциплины)

Учебная программа для специальности

1– 31 01 01 Биология (по направлениям)

1– 31 01 01 - 02 научно – педагогическая деятельность

Факультет биологический
(название факультета)

Кафедра химии
(название кафедры)

Курс (курсы) 1

Семестр (семестры) 2

Лекции 20 час.
(количество часов)

Практические (семинарские)
занятия – час.
(количество часов)

Лабораторные
занятия 44 час.
(количество часов)

Всего аудиторных часов
по дисциплине 64 час.
(количество часов)

Всего часов
по дисциплине 94 час.
(количество часов)

Экзамен –
(семестр)

Зачет 1
(семестр)

Курсовой проект,
работа –
(семестр)

Форма получения
высшего образования
дневное

Составили В.Г.Свириденко к.х.н., доцент
А.В. Хаданович, к.х.н., доцент

Гомель 2010

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы, утвержденной 16 июня 2008 г., регистрационный номер ТД – G. 139/тип.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры химии

_____ 20__ г., протокол № __

Заведующий кафедрой

доцент _____ Н.И.Дроздова

Одобрена и рекомендована к утверждению
Методическим советом биологического факультета

_____ 20__ г., протокол № __

Председатель

доцент _____ В.А.Собченко

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Аналитическая химия является одной из фундаментальных научных дисциплин химического цикла. Курс аналитической химии на биологических факультетах университетов является необходимой базой для успешного изучения как химических так и биологических дисциплин а также для учебных практик и спецпрактикумов.

Основная задача курса – изучение основных разделов аналитической химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку специалистов биологического профиля. Типовая программа составлена на основе требований образовательного стандарта в соответствии с современным методологическим и научным содержанием курса аналитической химии, с учетом опыта преподавания в ведущих вузах.

Основными целями изучения аналитической химии являются:

1. Изучение основных законов и методов аналитической химии, детальное рассмотрение наиболее важных теоретических положений. Знакомство с химическими, физико-химическими, физическими методами анализа.
2. Проработка приёмов вычислений по изучаемым методам анализа
3. Изучение методов анализа объектов окружающей среды, применение этих методов в практической деятельности специалистов биологического профиля, при решении экологических проблем.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные понятия и законы аналитической химии;
- современное состояние науки, место аналитической химии в системе других наук;
- методы качественного и количественного анализа веществ;
- основные достижения современной аналитической химии и перспективы их использования в решении различных проблем;
- роль аналитической химии в изучении биологических объектов.

уметь:

- применять изученные законы и понятия в практической деятельности;
- устанавливать качественный и количественный состав вещества;
- проводить численные расчеты равновесий с участием различных типов реакций;
- обращаться с аналитическим оборудованием, химическими веществами, проводить анализ различных объектов;
- оформлять отчеты лабораторных работ.

Преподавание курса проводится по модульному принципу с выделением пяти основных модулей:

- основные положения и законы аналитической химии;
- кислотно-основное равновесие;
- равновесие с участием реакций комплексообразования;

- равновесие с участием реакций окисления-восстановления;
- равновесие осадок-раствор.

После изложения вводной части курса, включающей общее рассмотрение методов аналитической химии и основ химической метрологии, приводят обязательные для данного курса представления о химическом равновесии и кинетике. Основное внимание при этом уделяют факторам, определяющим состояние химического равновесия и принципиальным возможностям использования этих факторов для управления химическими превращениями в гомогенных и гетерогенных системах. Все разновидности возможных химических процессов и их сочетаний оценивают с точки зрения формирования аналитического сигнала и его функциональной связи с природой и концентрацией компонентов исследуемых вещественных систем. Этой цели подчинены предусмотренные программой циклы лабораторных работ: методов разделения, концентрирования и обнаружения компонентов, гравиметрические методы определения, титриметрические методы определения.

При чтении лекционного курса необходимо применяют наглядные материалы в виде таблиц, схем, диаграмм, демонстрационных рисунков а также использовать технические средства обучения для демонстрации слайдов, презентаций.

Лабораторные занятия предусматривают освоение техники выполнения химического эксперимента, приготовление и стандартизацию растворов, проведение химического анализа по определению качественного и количественного состава вещества и должны быть обеспечены химической посудой, реактивами, средствами измерений.

Общее количество часов – 94; аудиторное количество часов — 64, из них: лекции — 20, лабораторные занятия — 44. Контрольные мероприятия – контрольные работы. Форма отчётности — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 Введение

Предмет аналитической химии, её место среди других наук, связь с практикой. Основные аналитические проблемы: снижение пределов обнаружения и определения, повышение точности, обеспечение экспрессности, следовый анализ и анализ микрообъектов, анализ без разрушения, локально-распределительный анализ (анализ процессов), дистанционный анализ.

Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии.

Научная химико-аналитическая литература.

Тема 2 Метрологические основы химического анализа

Аналитический сигнал и помехи. Систематические и случайные погрешности анализа. Правильность и воспроизводимость результатов анализа, предел обнаружения и коэффициент чувствительности, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Статистическая обработка результатов измерений.

Закон нормального распределения случайных ошибок. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение.

Тема 3 Методы пробоотбора и пробоподготовки основных объектов анализа

Представительность пробы, проба и объект анализа, проба и метод 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. Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Тема 4 Методы обнаружения и идентификации

Задачи и методы обнаружения и идентификации. Аналитические реакции, их чувствительность, специфичность. Дробный и систематический анализ. Обнаружение на основе образования окрашенных соединений. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях.

Тема 5 Кислотно-основное равновесие

Полнота и скорость протекания реакции как основные предпосылки её аналитического использования. Константы равновесия реакций различных ти-

пов. Активность. Расчет активности электролитов. Закон ионной силы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Расширенное уравнение Дебая-Хюккеля. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Условные константы. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесия в системах кислота-сопряжённое основание. Константы кислотности и основности. Константа автопротолиза. Влияние растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующие и дифференцирующие растворители. Расчет рН кислот и основание: сильных, слабых, средней силы. Расчет рН электролитов с учетом диссоциации воды.

Буферные растворы и их свойства. Буферная ёмкость. Расчет рН буферных растворов. Роль буферных растворов в процессах жизнедеятельности. Теория кислот и оснований Льюиса. Мягкие и жёсткие кислоты и основания.

Тема 6 Равновесие с участием реакций комплексообразования

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющих аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Роль комплексных соединений при анализе биологических объектов. Константы образования (ступенчатые, общие) комплексных соединений. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, потенциал окислительно-восстановительных систем, кислотно-основное равновесие. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения и маскирования, обнаружения и определения ионов металлов. Возможности использования комплексных соединений органических реагентов в различных методах анализа.

Тема 7 Равновесие с участием реакций окисления-восстановления

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Расчет окислительно-восстановительных потенциалов различных реакций. Расчет ЭДС реакций. Расчет потенциала в точке эквивалентности. Расчет констант равновесия окислительно-восстановительных реакций. Роль окислительно-восстановительных процессов в живой и неживой природе.

Тема 8 Равновесие осадок - раствор

Растворимость осадков. Взаимосвязь между растворимостью, константой растворимости. Условия образования и растворения осадков. Количественное осаждение осадков. Факторы, определяющие растворимость неорганических и органических веществ. Зависимость растворимости ионных соединений от концентраций общих и посторонних ионов, рН, присутствия комплексообра-

зующих реагентов, окислителей, восстановителей. Влияние природы растворителя и температуры на растворимость. Практическое значение процессов осаждения-растворения, их роль в анализе.

Тема 9 Методы разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка, общие принципы. Групповое и индивидуальное концентрирование (разделение). Отделение матрицы, отделение микрокомпонентов. Разделение и концентрирование осаждением и соосаждением. Реагенты-осадители общего назначения: гидроксиды, карбонаты, сульфиды, фосфаты, галогениды, сульфаты, хроматы, оксалаты и др. Реагенты: групповые, избирательные, специфичные.

Разделение катионов на группы сульфидным, кислотнo-щелочным и аммиачно-фосфатным методами. Групповые реагенты анионов. Осаждение как метод концентрирования. Концентрирование методом соосаждения (неорганические и органические осадители).

Экстракция. Сущность метода. Важнейшие экстракционные системы. Закон распределения. Константа распределения. Константа экстракции. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Важнейшие растворители и реагенты, используемые в экстракции. Хелатные соединения в экстракции. Скорость экстракции. Реэкстракция. Приборы для экстракции. Примеры разделения биологических объектов методом экстракции.

Хроматография. Основные принципы метода. Типы стационарных и подвижных фаз. Время удержания. Объём удержания. Коэффициент ёмкости и коэффициент распределения. Подвижность. Разрешение. Число тарелок. Высота тарелки (ВЭТТ). Виды хроматографии: жидкостная, газовая, колоночная, плоскостная, адсорбционная, ионообменная, распределительная. Хроматография высокого разрешения. Гель-хроматография, аффинная хроматография. Примеры определения биологических объектов хроматографическим методом. Другие методы разделения.

Тема 10 Методы количественного анализа

10.1. Гравиметрические методы анализа

Сущность гравиметрического анализа и границы его применения. Разновидности гравиметрического анализа: метод осаждения, метод отгонки, метод выделения, термогравиметрия. Прямые и косвенные методы определения. Погрешности в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Аналитические весы. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Растворимость осадка в зависимости от структуры и размера частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение, соосаждение и последующее осаждение. Виды соосаждения: ад-

сорбция, окклюзия, изоморфизм и др. Старение осадка. Причины загрязнения осадка.

10.2. Титриметрические методы анализа

Сущность титриметрического анализа, классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное. титрование по замещению. Способы выражения концентраций в растворах в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаны. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (S-образные, линейные). Скачок титрования. Точка стехиометричности (эквивалентности) и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентраций кислот или оснований, температуры, величины констант кислотности или основности на характер кривых титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Влияние на точность титрования адсорбции, комплексообразования, концентрации ионов водорода, ионной силы. Индикаторы. Погрешности титрования.

Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентраций определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования.

Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения комплексометрического титрования. Этилендиаминтетрауксусная кислота и её динатриевая соль (ЭДТА) как реагенты в комплексометрии. Определение кальция, магния, железа, алюминия в растворах чистых солей и при совместном присутствии.

Тема 11 Физико-химические и физические методы анализа

Общая характеристика физико-химических и физических методов анализа. Современное состояние. Применение для анализа биологических и медицинских объектов.

Роль физико-химических методов анализа в аналитической химии. Классификация физико-химических методов анализа. Задачи, решаемые с помощью

физико-химических методов анализа, определяемые вещества, объекты анализа. Перспективы развития физико-химических методов анализа.

11.1. Электрохимические методы анализа

Потенциометрия. Уравнение Нерста и его аналитическое значение. Индикаторные электроды и электроды сравнения в потенциометрии и их классификация. Жидкостные и пленочные ионоселективные электроды. Методы и приборы для измерения потенциала в потенциометрии. Количественные методы в потенциометрии.

Прямая потенциометрия. Виды и причины отклонений функционирования ионоселективных электродов. Ошибки определяемые в прямой потенциометрии, причины и приемы снижения. Метод добавок в потенциометрии.

Потенциометрическое титрование. Виды реакций, титранты, индикаторные электроды, определяемые вещества. Метод Грана.

Область применения потенциометрии, примеры: определение рН, щелочных, щелочно-земельных и тяжелых металлов, органических ионов.

Вольтамперометрия. Полярография как одна из разновидностей вольтамперометрии. Схема полярографической установки. Вольтамперная кривая и характеристика ее составляющих (остаточный, миграционный, диффузионный и предельно диффузионный токи). Уравнение Ильюковича. Уравнение полярографической волны. Полярографический спектр. Факторы, влияющие на величину предельного диффузионного тока и на значение потенциала полуволны. Типы электродов, применяемых в вольтамперометрии.

Амперометрическое титрование, его сущность и практическое применение для определения веществ в различных объектах. Виды кривых титрования и их связь с химической и электрохимической реакциями.

Кондуктометрический анализ. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.

11.2. Оптические методы анализа

Оптические методы анализа. Эмиссия и абсорбция электромагнитного излучения веществом и классификация оптических методов анализа. Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов. Энергетические переходы и правило отбора. Законы испускания и поглощения электромагнитного излучения веществом. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул, как суммы электронной, колебательной и вращательной. Особенности молекулярных спектров. Применение атомарных и молекулярных спектров в аналитической химии.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Аналитическое применение закона Бугера – Ламберта – Бера. Величины, характеризующие излучение.

Атомно-эмиссионный анализ. Источники атомизации и возбуждения. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения. Количественная зависимость между интенсивностью спектральных линий и концентрацией. Метод эмиссионной спектрометрии пламени. Примеры применения атомно - эмиссионного анализа для определения металлов первой и второй групп в различных объектах (биологических, медицинских и др.).

Атомно-абсорбционный анализ. Основы метода, способы получения поглощающего слоя атомов. Способы монохроматизации лучистой энергии. Лампа с полым катодом. Зависимость между величиной сигнала и концентрацией элемента в пробе. Сравнительная характеристика атомно-эмиссионного и атомно – абсорбционного анализа (точность, селективность, экспрессность).

Молекулярно-абсорбционный анализ. Визуальная фотометрия и ее значение. Фотоэлектроколориметрия. Спектрофотометрия в видимой и УФ-области спектра. Методы получения поглощающих сред. Применение реакций комплексообразования для получения окрашенных соединений. Органические реагенты в фотометрии.

Области и примеры применения фотометрического анализа. Определение металлов и органических веществ в экологии, медицине, сельском хозяйстве, промышленности.

11.3. Хроматография

Хроматография. Принципы метода. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Устройство газо-хроматографической установки и принцип ее действия. Детекторы в газовой хроматографии: катарометр, пламенно-ионизационный детектор, детектор электронного захвата. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии. Тарелочная теория газожидкостной хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Природа аналитического сигнала в газовой хроматографии. Хроматограмма и методы ее обработки. Качественная и количественная газовая хроматография. Методы нормировки. Метод внутреннего стандарта. Определяемые вещества. Области и примеры применения метода. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Определяемые вещества, области и примеры применения. Ионная хроматография. Основы метода. Детекторы в методе ионной хроматографии. Определяемые вещества, объекты анализа.