



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

(подпись)

Т.П. Кустова

« 01 » 09 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины
Аналитическая химия

Уровень высшего образования:	специалитет
Квалификация выпускника:	Химик. Преподаватель химии
Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Фундаментальная и прикладная химия



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является как изучение основных теоретических положений аналитической химии, так и освоение методов качественного и количественного анализа соединений, имеющих прикладное значение. А также изучение и освоение основных физико-химических методов анализа и их возможностей при определении как органических, так и неорганических соединений. Это необходимо для подготовки специалистов к научно-исследовательской работе и производственно-технологической деятельности, связанной с использованием аналитических реагентов, также как и для подготовки к дальнейшей педагогической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части образовательной программы. Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к изучению физической химии, успешному прохождению производственной практики, связанной с НИР, а также в научно-исследовательской работе в области термодинамики химических реакций, процессов комплексообразования в растворах.

Студент, приступающий к изучению дисциплины, должен обладать базовыми знаниями общей и неорганической химии, умением решать типовые задачи по расчетам равновесий в растворе.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные классы неорганических соединений, их основные химические свойства;

Уметь: проводить направленный поиск, анализировать и реферировать учебную литературу, вырабатывать на основе ее рационального анализа свою точку зрения при объяснении экспериментально наблюдаемых явлений; распознавать классы соединений по их химической формуле.

Иметь: навыки составления уравнений окислительно-восстановительных процессов и реакций ионного обмена, гидролиза солей; представления об особенностях диссоциации слабых электролитов в водных растворах; навыки проведения элементарных химических опытов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-2 - Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности;

б) профессиональные (ПК):

ПК-1 - Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-3 - способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

теоретические основы классических методов химического анализа; теоретические основы широко применяемых физико-химических методов анализа (эмиссионная и абсорбционная



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

спектроскопия, электрохимические и хроматографические методы) (ОПК-2); иметь представление о теоретических основах и аналитических возможностях физических методов химического анализа (ЯМР-, ЭПР- спектроскопия, радиометрические методы и др.) (ПК-1); методики проведения качественного и количественного химического анализа классическими химическими методами (ПК-1); методики проведения химического анализа основными физико-химическими методами анализа (эмиссионная и абсорбционная спектроскопия, электрохимические и хроматографические методы) (ОПК-2);

Уметь:

применять законы химии для правильной интерпретации результатов измерений при проведении химического анализа (ПК-1); выполнять химические анализы классическими химическими методами и основными физико-химическими методами (эмиссионная и абсорбционная спектроскопия, электрохимические и хроматографические методы) (ОПК-2)

Иметь:

навыки выбора метода химического анализа и планирования оптимальных условий его проведения (ПК-1); навыки выполнения основных операций химического анализа (взвешивание, растворение пробы, разделение смесей веществ, проведение аналитических реакций, титрование и др (ОПК-2); навыки работы на серийных химико-аналитических приборах (фотометрах, иономерах, титраторах и др.)(ОПК-2).

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 20 зачетных единиц (720 академических часов).

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем		Формы текущего контроля успеваемости
			Занятия лекцион- ного типа	Занятия семинар- ского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Качественный химический анализ	3	20	25	3 коллоквиума по темам данного раздела, отчеты по 3 лабораторным работам
2	Решение задач по теме «Равновесия в растворах слабых электролитов» (решение задач повышенной сложности)			15	2 контрольные работы
3	Теоретические основы аналитической химии	3	20	25	2 коллоквиума по темам данного раздела, отчеты по 2 лабораторным работам
4	Решение задач по теме «Количественный анализ» (решение задач повышенной сложности)	3		17	2 контрольные работы
5	Количественный химический анализ	3	28	46	2 коллоквиума по темам данного раздела, отчеты по 10 лабораторным работам
Итого за семестр:			68	96+32	Экзамен
6	Электрохимические методы	4	20	30	1 коллоквиум по темам



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

	анализа				данного раздела, отчеты по 5 лабораторным работам
7	Спектральные методы анализа	4	20	30	1 коллоквиум по темам данного раздела, отчеты по 5 лабораторным работам
8	Решение задач по теме «Физико-химические методы анализа» (решение задач повышенной сложности)	4		30	2 контрольные работы
9	Методы разделения и концентрирования	4	12	20	1 коллоквиум по темам данного раздела, отчеты по 3 лабораторным работам, домашнее задание
10	Другие методы анализа	4	12	10	отчеты по 2 лабораторным работам, домашнее задание
Итого за семестр:			64	90+30	Зачет. Экзамен
Итого:			132	186 + 62	

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Раздел 1

КАЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Понятие о науке «Аналитическая химия», её цели и задачи. Классификация методов химического анализа. Основные этапы развития аналитической химии. Значение аналитической химии в народном хозяйстве, науке, её связь с другими науками.

Понятие о качественном химическом анализе. Аналитические реакции, их свойства. Специфические, селективные и групповые реагенты. Условия выполнения аналитических реакций.

Дробный и систематический методы качественного химического анализа. Методы разделения ионов в систематическом анализе.

Сероводородные и бессероводородные схемы систематического анализа. Аналитическая классификация катионов в кислотно-щелочной схеме анализа. Классификация анионов.

Раздел 2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

2.1. Сильные и слабые электролиты.

Закон действующих масс. Активность, коэффициенты активности. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия, их взаимосвязь.

Теория кислот и оснований Аррениуса, протолитическая теория Брёнстеда-Лоури. Классификация растворителей по их протолитическим свойствам. Автопротолиз амфипротных (амфотерных) растворителей. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Шкала кислотности водных растворов.

Сильные и слабые кислоты. Диссоциация слабых кислот, константы кислотной диссоциации. Кислотная диссоциация аква-комплексов катионов металлов (гидролиз катионов), константы кислотной диссоциации (гидролиза).

Сильные и слабые основания. Диссоциация слабых оснований, константы основной диссоциации. Основная диссоциация анионов слабых кислот (гидролиз анионов), константы основной диссоциации (гидролиза). Сопряжённые протолитические (кисотно-основные) пары. Взаимосвязь констант их кислотной и основной диссоциации.

Степень диссоциации слабого электролита, зависимость от концентрации и константы диссоциации.



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Расчёты pH в растворах сильных кислот и оснований, в растворах слабых кислот и сопряжённых с ними оснований, в растворах слабых оснований и сопряжённых с ними кислот.

Диссоциация слабых многоосновных кислот и оснований. Константы ступенчатой диссоциации. Расчёты pH и равновесных концентраций всех продуктов ступенчатой диссоциации.

Растворы амфолитов, расчёты pH. Растворы смесей нескольких кислот или оснований, расчёты pH.

2.2. Буферные растворы.

Их состав, свойства и принцип действия. Расчёты pH буферных растворов. Буферная ёмкость.

2.3. Реакции окисления-восстановления.

Окислительно-восстановительные (ред-окс) потенциалы, принцип их измерения. Уравнение Нернста. Стандартный окислительно-восстановительный (ред-окс) потенциал. Условный ред-окс потенциал.

Расчёт константы равновесия и направления окислительно-восстановительной реакции по стандартным ред-окс потенциалам. Факторы, влияющие на ред-окс потенциалы и направление реакции.

Скорость и механизм реакций окисления-восстановления.

2.4. Равновесие осадок-раствор.

Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Солевой эффект.

Методы растворения осадков. Расчёты растворимости в воде, в растворе с избытком осадителя, в кислотах, щелочах, за счёт реакций комплексообразования. Карбонизация.

Равновесия при осаждении 2-х малорастворимых соединений (фракционное осаждение). Расчёт условий разделения.

Соосаждение. Причины соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм).

Коллоидные растворы, их свойства. Строение коллоидных частиц. Коагуляция коллоидного раствора. Пептизация осадка.

Раздел 3.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.

Классификация методов количественного анализа.

3.1. Гравиметрический анализ

Методы гравиметрических определений. Схема гравиметрического анализа по методу осаждения.

Форма осаждения, требования к ней. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Относительное пересыщение и структура осадка. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение (метод возникающих реагентов).

Количественное разделение методом осаждения (селективное осаждение) путём регулирования pH. Расчёт условий селективного осаждения гидроксида железа (III) аммиаком в присутствии магния (II). Селективное осаждение с использованием комплексообразования. Расчёт условий осаждения кальция (II) оксалатом аммония в присутствии магния (II).

Важнейшие органические осадители. Их достоинства и применение в гравиметрическом анализе. Гравиметрическая форма, требования к ней. Расчёты в гравиметрическом анализе.

3.2. Титриметрический анализ.

Классификация методов титриметрического анализа. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению, реверсивное. Методы (способы) определения: метод отдельных навесок и метод пипетирования.

Закон эквивалентных отношений. Эквивалент, фактор эквивалентности. Способы выражения концентрации в титриметрии (молярная, молярная концентрация эквивалента



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

(нормальная), титр, условный титр, поправочный коэффициент к концентрации), их взаимосвязь. Расчёты в титриметрическом анализе.

Стандартные (рабочие растворы), методы их стандартизации. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Фиксаналы.

3.2.1. Кислотно-основное титрование.

Сущность метода. Требования к реакциям, рабочие растворы, их приготовление и стандартизация.

Построение кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, солей. Степень оттитрованности. Скачок на кривой титрования. Факторы, влияющие на характер кривой титрования и величину скачка.

Кислотно-основные индикаторы. Ионная и хромофорная теории индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования индикатора. Индикаторные ошибки. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Смешанные индикаторы.

3.2.2. Титрование по методу осаждения.

Сущность метода. Требования к реакциям. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривой титрования и величину скачка.

Аргентометрия. (Роданометрия). Сущность метода, рабочие растворы, их стандартизация. Методы фиксирования точки эквивалентности: методы Мора, Фольгарда. Применение адсорбционных индикаторов. Метод Фаянса. Практическое применение.

Меркурометрия. Сущность метода, рабочий раствор, его стандартизация. Индикаторы. Практическое применение.

3.2.3. Титрование по методу комплексообразования (комплексометрия).

Сущность метода. Требования к реакциям.

Меркуриметрия. Сущность метода, рабочий раствор, его стандартизация. Индикаторы. Практическое применение.

Комплексонометрия (хелатометрия). Сущность метода, рабочий раствор, его стандартизация.

Условные константы устойчивости. Построение кривых титрования по методу комплексонометрии. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.

Важнейшие металлохромные индикаторы (металлиндикаторы), применяемые в комплексонометрии, принцип их действия. Специфические индикаторы.

Способы хелатометрического титрования: прямое, обратное, по замещению, алкалиметрическое. Факторы, определяющие способ титрования.

Примеры практического применения комплексонометрии. Определение кальция, магния, цинка, кадмия, никеля, кобальта, марганца, железа, алюминия. Определение общей жёсткости воды. Определение сульфата, фосфата и других анионов.

3.2.4. Окислительно-восстановительное титрование.

Сущность метода. Требования к реакциям. Автокаталитические реакции. Индуцированные (сопряженные) реакции. Способы фиксирования точки эквивалентности. Индикаторы. Ред-окс индикаторы. Принцип их действия, интервал перехода. Индикаторные ошибки. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Кривые титрования смесей ионов.

Перманганатометрия. Сущность, рабочий раствор, его приготовление, хранение, стандартизация.

Примеры практического применения перманганатометрии. Определение железа (II). Определение железа (III), способы восстановления железа (III) до железа (II), предотвращение индуцированного окисления хлорида. Определение марганца, перекиси водорода, оксалатов.



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Иодометрия. Сущность, рабочие растворы, их приготовление, хранение и стандартизация. Крахмал как индикатор.

Примеры практического применения иодометрии. Определение железа (III), меди (II), перекиси водорода, кислот.

Бихроматометрия. Сущность, рабочий раствор, приготовление, хранение. Red-Ox индикаторы.

Примеры практического применения бихроматометрии. Определение железа (II) и железа (III).

Броматометрия. Сущность, рабочий раствор, его приготовление, хранение и стандартизация. Индикаторы.

Примеры практического применения броматометрии. Определение сурьмы (III), мышьяка (III). Определение катионов металлов, осаждаемых 8-оксихинолином, определение фенола и его производных.

Раздел 4

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Общая характеристика физико-химических методов анализа. Сравнительная аналитическая оценка классических (гравиметрия, титриметрия) и инструментальных методов анализа.

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимическая цепь. Классификация электродов по роду, назначению, классу. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

4.1. Потенциометрия

Прямая потенциометрия. Измерение pH. Водородный, хингидронный, сурьмяный электроды. Стекланный электрод. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, электроды с жидкой мембраной, ферментные электроды.

Примеры практического применения. Определение фосфорной кислоты, смесей соляной и борной кислот, определение железа (II) и железа (III), определение кобальта (II).

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Аппаратура в потенциометрическом методе. Преимущества и ограничения метода.

Примеры практического применения. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов, ионов железа (II), кобальта (II), определение нитрат-ионов.

4.2. Кондуктометрия и ВЧ титрование

Электропроводность растворов и теоретические основы кондуктометрии. Прямая кондуктометрия и различные методы кондуктометрического титрования. Вид кривых титрования. Аппаратура. Высокочастотное титрование. Типы ячеек. Достоинства и ограничения метода.

Примеры практического применения. Определение ионов никеля (II), кадмия (II), меди (II), CH_3COOH методом кондуктометрического титрования, определение Na_2SO_4 или H_2SO_4 методом высокочастотного титрования.

4.3. Вольтамперометрия

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперометрической кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузный токи. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Современные



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая, осциллографическая. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными электродами. Виды кривых титрования.

Примеры практического применения. Определение цинка ферроцианидом калия, никеля и магния при совместном присутствии с использованием ЭДТА.

4.4. Кулонометрия

Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Виды кривых титрования. Аппаратура. Преимущества и ограничения метода.

Примеры практического применения. Определение малых количеств кислоты или щелочи, определение тиосульфата натрия, определение окислителей Mn (VII), Cr (VI).

Раздел 5

СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

5.1. Спектрофотометрический метод

Спектры электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы выражения. Спектры молекул. Представление полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Схемы электронных уровней молекулы. Особенности молекулярных спектров. Способы монохроматизации лучистой энергии. Основные узлы спектральных приборов. Блок-схема спектрального прибора.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Величины, характеризующие поглощение (оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент поглощения). Закон аддитивности.

Связь между строением соединения и его спектром поглощения. Анализ по колебательным (ИК) и электронным (УФ, видимая) спектрам. Реакции, используемые при фотометрии. Выбор оптимальных условий их проведения. Влияние различных факторов (рН, С, Т, τ) на полноту образования поглощающих свет частиц. Выбор поглощающего свет соединения.

Оптимальный интервал измеряемых значений оптической плотности. Отклонение от законов поглощения, их причины. Способы определения концентраций, дифференциальный метод, метод калибровочного графика, метод сравнения, метод добавок. Спектрофотометрическое титрование.

Примеры практического применения. Определение отдельных элементов: меди, марганца, кобальта, никеля, хрома, железа. Определение Cr(IV) и Mn(VII) при их совместном присутствии. Фотометрическое титрование Fe(III) и Cu (II) при их совместном присутствии.

5.2. Люминисцентный метод

Виды люминисценции и их классификация. Основные закономерности молекулярной люминисценции. Закон Стокса-Ломмеля. Закон Вавилова. Качественный и количественный люминисцентный анализ. Аппаратура. Примеры практических определений.

5.3. Атомно-эмиссионный анализ

Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов. Вероятности электронных переходов и время жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Источники возбуждения: электрические разряды, пламя, плазма, лазеры. Их основные характеристики: температура, состав пламени. Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения.

Качественный и количественный анализ. Количественная зависимость между интенсивностью спектральных линий и концентраций. Закон Ломакина-Шайбе. Химико-



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

спектральный метод анализа. Метод эмиссионной спектрофотометрии пламени. Процессы, протекающие в пламени. Аппаратура.

Примеры практического применения. Расшифровка эмиссионного спектра сплава на спектропроекторе. Определение содержания одного из ионов: K(I), Na(I), Ca(II), Mg(II) методом эмиссионной спектрометрии пламени.

5.4. Атомно-абсорбционный анализ.

Основы метода, способы получения поглощающего слоя атомов (типы атомизаторов, их характеристики). Источники излучения, их характеристики. Аппаратура. Возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с эмиссионным методом.

Примеры практического применения.

Раздел 6

МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Основные методы разделения и концентрирования: экстракция, хроматография. Выбор и оценка метода. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Количественные критерии: константа и коэффициент распределения. Степень извлечения, фактор разделения.

6.1. Экстракция

Сущность метода. Классификация. Количественные критерии. Экстракционные системы. Практическое применение.

6.2. Хроматография

Сущность метода. Классификация методов по фазам, механизм разделения, техника хроматографирования. Методы получения хроматограмм. Основные теоретические положения. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория.

Газовая хроматография. Основные узлы приборов для хроматографического анализа. Блок-схема газового хроматографа. Использование в аналитической химии.

Жидкостная адсорбционная хроматография. Основы метода. Основные узлы приборов. Практическое применение.

Тонкослойная хроматография. Сущность. Основные характеристики тонкослойной хроматографии. Подвижность R_f . Основные элементы установок для хроматографии. Качественный и количественный анализ.

Жидкостно-жидкостная распределительная хроматография. Сущность. Распределительная хроматография на бумаге. Коэффициент R_f . Растворители, техника выполнения. Качественный и количественный анализ.

Гель-хроматография.

Ионообменная хроматография. Ионный обмен. Ионообменные смолы. Обменная емкость. Ионообменное равновесие. Ионообменная хроматография. Методы ионообменной хроматографии. Практическое применение.

Ионная хроматография.

Осадочная хроматография.

Общая характеристика хроматографических методов.

Раздел 7

ДРУГИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

7.1. Нефелометрия и турбидиметрия

Теоретические основы метода. Закон Релея. Условия определений. Приборы, чувствительность и точность метода. Примеры практического применения. Нефелометрическое определение хлоридов, сульфатов в растворе. Общая характеристика метода.

7.2. Кинетические методы анализа



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Теоретические основы метода. Типы реакций, используемых в кинетических методах. Каталитические реакции. Основные методы обработки кинетических данных. Основные приемы кинетических методов анализа. Чувствительность и селективность методов.

Примеры практического применения. Определение молибдена (VI), вольфрама (VI), кобальта (II). Общая характеристика метода.

7.3. Термометрическое титрование

Тепловой эффект реакции как аналитический сигнал. Сущность метода. Вид кривых термометрического титрования. Достоинства и ограничения метода. Область практического применения. Общая характеристика метода.

7.4. Радиометрические методы анализа.

Теоретические основы метода. Качественный и количественный анализ. Практическое применение. Общая характеристика метода.

7.5. Автоматизация анализа.

Понятие об автоматизации и механизации химического анализа. Современные аналитические приборы. Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий. Применение ЭВМ.

8. Комплексные соединения в растворах.

Их строение и классификация. Кинетическая устойчивость. Термодинамическая устойчивость. Ступенчатые и суммарные константы устойчивости. Расчёт равновесных концентраций частиц в растворах комплексных соединений. Применение комплексных соединений в химическом анализе. Методы разрушения комплексных соединений.

Органические реагенты, их достоинства и применение в химическом анализе.

9. Кислотно-основное титрование.

Примеры практического применения кислотно-основного титрования. Титрование хлористоводородной, фосфорной, угольной, уксусной кислот. Определение гидроксида натрия и карбоната натрия при совместном присутствии, определение временной жёсткости воды, определение солей аммония и азота в органических соединениях по Кьельдалю, определение солей с применением ионного обмена. Титрование в неводных растворителях.

10. Современные методы анализа

Рентгеноспектральные методы анализа.

Теоретические основы метода. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Практическое применение. Общая характеристика метода.

Масс-спектральные методы анализа.

Теоретические основы метода. Качественный и количественный анализ. Практическое применение. Общая характеристика метода.

4.3. Разделы лабораторного практикума.

Раздел 1. Качественный анализ

Раздел 2. Количественный анализ

Раздел 3. Физико-химические методы анализа

4.4. Краткое содержание лабораторных занятий.

Раздел 1. Качественный анализ

Изучение характерных реакций катионов I – III аналитических групп.

Анализ смеси катионов I – III аналитических групп в твёрдом веществе.

Изучение характерных реакций катионов IV – VI аналитических групп.

Анализ смеси катионов IV – VI аналитических групп в твёрдом веществе.

Изучение характерных реакций анионов.

Хроматографический метод разделения и обнаружения катионов.



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Бумажная осадочная хроматография.

Анализ смеси катионов I – VI аналитических групп (схема разделения).

Анализ 2-х индивидуальных солей.

Раздел 2. Количественный анализ

Гравиметрия. Определение сульфата в виде сульфата бария.

Титриметрия.

Определение смеси гидроксида и карбоната натрия в растворе методом кислотно-основного титрования.

Определение содержания катионов (кобальта, никеля, кадмия, марганца, железа и др.) и анионов (сульфата, фосфата) комплексонометрическим методом.

Определение железа(II) перманганатометрическим методом.

Определение меди(II) иодометрическим методом.

Раздел 3. Физико-химические методы анализа

Электрохимические методы.

Определение содержания соляной и борной кислот при их совместном присутствии в растворе методом потенциометрического титрования.

Определение железа(II) в присутствии железа (III) ,кобальта(II) в растворе методом потенциометрического титрования.

Определение цинка (II) методом амперометрического титрования.

Определение сульфат иона или серной кислоты методом высокочастотного титрования.

Определение содержания нитратов в водном растворе (природном объекте) с помощью ион-селективного электрода.

Оптические методы.

Фотометрическое определение железа(III), меди(II) в растворе прямым или дифференциальным методом.

Фотометрическое определение хромат-иона и перманганат-иона при их совместном присутствии в растворе.

Фотометрическое титрование железа(III) и меди(II) при их совместном присутствии.

Нефелометрическое определение сульфат-иона.

Кинетические, хроматографические и термометрические методы.

Определение молибдена кинетическим методом.

Определение смеси аминокислот методом распределительной хроматографии.

Определение статической обменной емкости (СОЕ) катионита в H^+ -форме.

Определение азотной кислоты методом термометрического титрования.

Спектральные методы.

Расшифровка эмиссионного спектра сплава на спектрографе ФСП-2М.

Определение содержания одного из ионов калия, натрия, кальция, лития методом эмиссионной фотометрии пламени.

Определение свинца (или кадмия, ртути) методом атомно-абсорбционного анализа.

Качественный анализ металлического сплава методом рентгено-флуоресцентного анализа.

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Аналитическая химия» используются следующие образовательные технологии:

- рейтинговая технология;
- технология развития критического мышления;
- технология учебной дискуссии;



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

- групповая работа.

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- технологии смешанного обучения.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов и тем рабочей программы. Самостоятельная работа студентов проходит в форме изучения теоретического материала (лекций, рекомендованной литературы, в том числе и самостоятельного поиска материалов в глобальной сети, включая ЭБС). К самостоятельной работе относится также подготовка к лабораторным занятиям с использованием методических указаний, расположенных на сайте библиотеки ИвГУ (электронная библиотека):

[Сборник задач по аналитической химии / Иван гос. ун-т ; сост. Т. Б. Хоченкова .— Иваново : ИвГУ, 2011 .— 83 с. URL: \[http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/ucheb/hochenkova_2011.htm\]\(http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/ucheb/hochenkova_2011.htm\)](http://lib.ivanovo.ac.ru/elib/dl/biology/ucheb/hochenkova_2011.htm)

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Контроль текущей успеваемости осуществляется по рейтинговой оценке текущей успеваемости в 100-бальной шкале, которая складывается из оценок за результаты выполнения студентом лабораторных работ (оценивается точность результата химического анализа и качество отчёта по работе), за правильность выполнения письменных контрольных работ расчётного характера, по результатам сдачи коллоквиумов и итогового зачёта.

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ по курсу «Аналитическая химия»

- 1) Сроки выполнения каждого из видов работ определяются планом-графиком прохождения практикума.
- 2) Для допуска к сдаче экзамена необходимо набрать не менее 35-ти рейтинговых баллов при условии полного выполнения учебного плана.
- 3) Студент, набравший в семестре менее 20-ти баллов, к экзамену не допускается и может быть отчислен за академическую неуспеваемость.
- 4) Шкала пересчетов суммы рейтинговых баллов в обычные оценки:
 - 85 – 100 баллов – «отлично»
 - 70 – 84 балла – «хорошо»
 - 55 – 69 баллов – «удовлетворительно».

К сдаче зачёта допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы, контрольные работы и сдавшие все коллоквиумы с не менее чем удовлетворительной оценкой. К сдаче экзамены допускаются студенты, набравшие не менее 35-ти рейтинговых баллов. Максимальная сумма рейтинговых баллов перед экзаменом – 60.

Экзамены проводятся в форме устного ответа на вопросы билета, состоящего из 2-х теоретических вопросов и одной задачи расчётного характера. Ответ оценивается в рейтинговых баллах. Максимальное число рейтинговых баллов за экзамен – 40. Экзамен не зачитывается, если оценка за него менее 20-ти баллов. Окончательная оценка за знание дисциплины складывается из суммы оценок за практикум и за экзамен.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины **Основная литература**

1. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие / И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова ; Министерство образования и



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 236 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1454- 2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010>

2. Егорова, О.А. Основы качественного и количественного анализа : конспект лекций / О.А. Егорова. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 142 с. - ISBN 978-5-209-05160-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=226462>
3. Аналитическая химия : учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 92 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 86-87. - ISBN 978-5-7782-2710-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>
4. Аналитическая химия : учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 92 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 86-87. - ISBN 978-5-7782-2710-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>
5. Решение задач по аналитической химии : учебное пособие / Г.Н. Шрайбман, П.Д. Халфина, О.Н. Булгакова, Н.В. Иванова ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет» ; под ред. Г.Н. Шрайбман. - 3-е изд., перераб и доп. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 208 с. : табл. - ISBN 978-5-8353-1821-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437487>

Дополнительная литература

1. Фарус, О.А. Физические и физико-химические методы анализа: лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / О.А. Фарус, Г.И. Якушева. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 78 с. : ил. - Библиогр.: с. 60-62. - ISBN 978-5-4475-5682-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375309>:

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office, интернет-браузер Internet Explorer, Мой университет.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

- Атомный абсорбциометр спектрометр «Квант» - 1 шт.
- Рентгеновский флуориметр «Спарк» - 1 шт.
- Фотометры и колориметры (КФО, КФК-2, КФК-3, ФЭК-56М) - 7 шт.
- Нефелометры (НФР, НФМ) – 2 шт.
- Ионометры – 5 шт.
- Блоки автоматического титрования БАТ – 7 шт.
- Спектропроектор – 1 шт.
- Осцилометр – 1 шт.
- Установки для амперометрического титрования – 2 шт.
- Центрифуги – 3 шт.
- Весы аналитические ВЛР-200 – 16 шт.
- Сушильные шкафы – 2 шт.
- Муфельная печь – 1 шт.
- Химическая посуда
- Химические реактивы

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: электронные пособия (презентации)



Основная профессиональная образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(Фундаментальная и прикладная химия)

Автор рабочей программы дисциплины: к.х.н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии Пырзу Д.Ф.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 30 августа 2023 г., протокол № 1.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Согласовано:

Руководитель ОП _____ / _____

(подпись)